Marius-Nicuşor Grigore
Constantin Toma

HALOFITELE

ASPECTE DE ANATOMIE ECOLOGICĂ



Editura Universităţii „Alexandru Ioan Cuza" Iaşi

MARIUS-NICUŞOR GRIGORE CONSTANTIN TOMA

HALOFITELE

Aspecte de anatomie ecologică

Referenţi ştiinţifici:
Dr. Monica Tereza Boşcaiu Neagu
Universidad Politecnica de Valencia
Prof. univ. dr. Maria-Magdalena Zamfirache
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iaşi, Facultatea de Biologie
Conf. univ. dr. Lăcrămioara Ivănescu
Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” Iaşi, Facultatea de Biologie

Redactor: Oana Bilan
Tehnoredactare: Marius-Nicuşor Grigore, Luminiţa Răducanu
Coperta: Manuela Oboroceanu
(pe copertă: *Camphorosma annua* – secţiuni transversale prin limbul foliar şi *Aster tripolium* – vedere de ansamblu)

ISBN 978-973-703-542-4

700109 – Iaşi, str. Pinului, nr. 1A, tel./fax: (0232) 314947
http:// www.editura.uaic.ro e-mail: editura@uaic.ro

MARIUS-NICUŞOR GRIGORE CONSTANTIN TOMA

HALOFITELE

Aspecte de anatomie ecologică

Cuvânt înainte de T. J. Flowers



Editura Universităţii „Alexandru Ioan Cuza” Iaşi
2010

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
GRIGORE, MARIUS-NICUŞOR
Halofitele : aspecte de anatomie ecologică / Marius-Nicuşor Grigore, Constantin Toma ; cuv. înainte de Timothy Flowers. - Iaşi : Editura Universității "Alexandru Ioan Cuza", 2010
Bibliogr.
ISBN 978-973-703-542-4

I. Toma, Constantin, biologie
II. Flowers, Timothy (pref.)

581.526.52

CUPRINS

FOREWORD

Most of water on the earth is salty and yet most of the land is not. Over the millennia, salts have been washed from rocks and soils into the oceans where they have accumulated. Where the oceans meet the land then saline areas can form that have an unusual flora, one that tolerates salt concentrations lethal to most of our plant species. These salt-tolerant plants are called halophytes. Halophytes were recognised in the late 1700s, but it took a further hundred years or so before their scientific study began. Since then, there has been a small but steady increase in the numbers of scientific publications on the biochemistry, physiology, ecology and potential economic uses of halophytes. In recent years, the need to feed a burgeoning world population has focussed attention on limitations to agricultural production and the part halophytes might play in our ability to raise crops on saline soils.

The saline fringes of the oceans constitute a small proportion of the world's land surface and are not particularly important agriculturally. However, these saline fringes are not the only salt-affected soils on the world's land surface. Saline soils can also be found in other, often arid, areas – sometimes as a result of the presence of underlying ancient oceans. Yet other saline areas are the consequence of human activity and have been created either though irrigation or forest clearance. The continuous application of irrigation water with small concentrations of dissolved salts can, over time, lead to the build-up of salts in the soil as the water is transpired or evaporated; furthermore, water is often left in the soil creating saline water-logging. Secondary salinisation can also arise through forest clearance, which brings saline water tables into the root zone. It has proven difficult to assess the extent of primary and of secondary salinisation, because measuring the salinity of a soil has been a slow process. Nevertheless, estimates abound in the literature, with values for the area of salt-affected soils in the world ranging from about 350 to 1000 million hectares: at maximum this is about 6% of the world's land surface. However, as far as agricultural production is concerned, it is not the majority of this land that is important, but that part which is irrigated, since salinisation reduces crop yields and irrigated farmland can be the most productive on earth.

The effect of salinity on plants is generally described in terms of growth, using words such as sensitive, resistant or tolerant. Those plants that survive in seawater are clearly halophytes and 'tolerant'; those that are killed by one tenth the salt concentrations found in seawater are clearly sensitive (and called glycophytes, plants of sweet – or fresh – water).

However, there is no clear demarcation between halophytes and glycophytes; salt sensitivity/tolerance varies continuously amongst plant species. Drawing a dividing line in any continuous distribution is somewhat arbitrary and so it is not surprising that different authors have separated halophytes from glycophytes at different salt concentrations. Describing the response of plants is also made complex by variation not only between, but within species. This can lead to semantic problems with terms such as resistant or tolerant glycophytes. However, what is clear is that there is a small group of plants that are highly tolerant of salts around their roots. The number of these halophytic species is not known with certainty because of lack of data, but is likely to be about 500 – of the approximately 250,000 plant species. This makes halophytes relatively rare amongst flowering plants. However, it is the study of these species that will, in my view, inform us of the nature of salt tolerance and help us in our quest to increase the tolerance of existing crops – for it has not proven easy to change the tolerance of any crop species. Not only can the study of halophytes enlighten our understanding of what makes one species salt tolerant and another salt sensitive, but halophytes have their own potential as crops and as a resource in the management and reclamation of saline land.

So, I warmly welcome this book and the scientific study of halophytes.

T. J. Flowers, University of Sussex
March 2010

CUVÂNT ÎNAINTE

Cea mai mare parte a apei de pe suprafața Pământului este sărată, în vreme ce cea de pe suprafața uscatului este apă dulce. De-a lungul timpului, sărurile au fost spălate din roci şi soluri în ocean, acolo unde s-au acumulat. La interfața dintre oceane şi uscat, se formează suprafețe saline, care prezintă o floră particulară, şi anume, una care poate tolera concentrații de săruri care sunt letale pentru majoritatea speciilor obişnuite. Aceste plante tolerante la săruri sunt numite halofite. Ele au fost recunoscute încă de la sfârşitul anului 1700; cu toate acestea, a trebuit să treacă o sută de ani sau chiar mai mult până ce halofitele au început să fie supuse studiului. De atunci a existat o creştere mică, dar constantă, în ceea ce priveşte numărul publicațiilor referitoare la biochimia, fiziologia, ecologia şi posibilele utilizări ale halofitelor. În ultimii ani, nevoia de a hrăni o populație mondială în continuă creştere a impus îndreptarea atenției asupra factorilor care limitează producția agricolă şi asupra rolului pe care halofitele l-ar putea avea în capacitatea noastră de a cultiva cereale pe soluri saline.

Țărmurile saline ale oceanelor reprezintă o mică proporție din suprafața uscatului şi nu prezintă un interes deosebit din punct de vedere agricol. Cu toate acestea, aceste coaste saline ale oceanelor nu sunt singurele soluri afectate de salinitate, de pe suprafața uscatului. Solurile saline apar, de asemeni, şi pe alte suprafețe, adesea aridizate, uneori ca rezultat al prezenței, ca substrat, a unor foste oceane. Însă alte suprafețe saline reprezintă consecința activității umane, fiind rezultatul irigațiilor sau al defrişărilor. Utilizarea continuă a irigațiilor cu apă ce conține concentrații mici de săruri dizolvate în ea poate conduce, în timp, la fixarea sării în sol, pe măsură ce apa este transpirată sau evaporată. În plus, apa este adesea depozitată în sol, conducând la băltirea cu apă sărată. Salinizarea secundară poate să apară, de asemeni, în urma defrişărilor, fenomen care favorizează ridicarea pânzei de apă freatică sărată în rizosferă. S-a demonstrat că este dificil de precizat proporția salinizării primare şi a celei secundare, deoarece măsurarea salinității solului a reprezentat un proces lent. Totuşi, în literatura de specialitate există multe informații estimative referitoare la suprafața mondială a solurilor afectate de salinitate; aceste valori sunt cuprinse între 350 şi 1000 milioane hectare. Valoarea maximă se referă la 6% din suprafața totală a uscatului. Oricum, în ceea ce priveşte producția agricolă, cea mai mare parte a acestei suprafețe nu este semnificativă, ci acea suprafață irigată, de vreme ce salinizarea reduce producția cerealelor, iar sistemele irigate pot fi cele mai productive de pe suprafața pământului.

Efectele salinității asupra plantelor sunt în general descrise cu referire la fenomenul de creştere, folosindu-se cuvinte ca plante sensibile,

rezistente sau tolerante. Acele plante care pot supraviețui în apa de mare sunt considerate în mod cert halofite sau „tolerante”. Speciile care sunt omorâte de o zecime din concentrația salină a apei de mare sunt considerate sensibile (acestea sunt numite glicofite sau plante de apă dulce). În orice caz, nu există o limită de demarcație exactă între halofite şi glicofite, sensibilitatea/toleranța la salinitate variind continuu în cadrul speciilor de plante. Trasarea oricărei linii de separație într-o distribuție continuă a speciilor este oarecum arbitrară, aşa încât nu este surprinzător că autori diferiți au separat glicofitele de halofite ținând cont de concentrații diferite de săruri. Descrierea răspunsului plantelor la salinitate devine complexă, atât la nivel interspecific, cât şi intraspecific. Acest aspect poate conduce la probleme semantice, vorbind de glicofite rezistente sau tolerante. În tot cazul, indiscutabil este că există un grup restrâns de plante care sunt foarte tolerante la concentrația de săruri din zona rădăcinilor lor. Numărul acestor specii nu este cunoscut cu exactitate, din cauza lipsei de informații, dar se pare că este in jur de 500 de specii, din cele aproximativ 250.000 cunoscute. Această estimare face din halofite un grup relativ restrâns în cadrul plantelor vasculare. În ceea ce mă priveşte, studiul acestor specii va aduce informații în ceea ce priveşte natura toleranței la săruri şi ne va ajuta în încercarea de a spori toleranța speciilor deja cultivate, câtă vreme s-a demonstrat că nu este uşor să se modifice toleranța nici unei specii de cultură. Nu numai că studiul halofitelor ne va facilita înțelegerea a ceea ce face o specie să fie tolerantă, şi alta, sensibilă la săruri, dar halofitele însele au un potențial intrinsec ca plante de cultură şi ca resurse în managementul şi remedierea suprafețelor salinizate.

În acest context, salut călduros apariția acestei cărți şi studiul ştiinți-fic al halofitelor.

T. J. Flowers, Universitatea din Sussex
Martie 2010

INTRODUCERE

Populația actuală a Globului numără aproximativ 6,7 miliarde de locuitori; după anumite estimări, în anul 2050 ar putea să atingă valoarea de 9,5 miliarde. Conform unui raport publicat de FAO în 2007, în ciuda creşterii economice globale fără precedent, 1,1 miliarde de oameni trăiesc încă în condiții de sărăcie extremă („*extreme powerty*"), iar aproximativ 850 de milioane sunt înfometați (*„chronic hunger"*), în vreme ce ecosistemele sunt exploatate mai intens ca niciodată. Nu întâmplător, obiectivul numărul unu într-un raport publicat în 2008 de ONU (*The Millennium Development Goals Report*) este chiar eradicarea sărăciei extreme şi a foametei.

Însă agricultura modernă se confruntă de multă vreme cu anumite probleme stringente, printre care **salinizarea suprafețelor agricole** este un fenomen foarte frecvent, greu de controlat şi de ameliorat. Conform unor estimări, între 7% (însemnând aproximativ 930 milioane hectare) (Munns, 2002) şi aproximativ 10% (însumând circa 954 milioane hectare) (Marcum, 2001) din suprafața uscatului sunt afectate de salinitate. Din aceste suprafețe, aproximativ 60-100 milioane hectare sunt rezultatul activității umane. Irigațiile defectuoase, în special, măresc salinitatea terenurilor agricole. Aproape jumătate din sistemele mondiale de irigații sunt afectate de salinizare, alcalinizare şi băltire. Deşi sistemele de irigații ocupă aproximativ 15% în sistemul agricol mondial, productivitatea asigurată de aceste suprafețe este de cel puțin două ori mai mare față de terenurile neirigate.

Este uşor de înțeles, din datele prezentate până aici, că în problemele globale ale omenirii, întotdeauna este vorba despre un lanț închis, fiecare verigă fiind un factor care, deşi mărunt dacă îl privim izolat, este vital în înțelegerea şi rezolvarea acestor probleme. În acest context se impun, pe de o parte, reducerea salinizării solurilor, iar pe de altă parte mărirea rezistenței la săruri a plantelor de cultură „convenționale".

Este firesc, aşadar, ca **halofitele**, plantele care vegetează pe soluri sărate, să trezească un interes deosebit. Acest interes a condus şi la individualizarea unei ştiințe noi, **Halofitologia**, ştiință dedicată studiului interdisciplinar al plantelor care sunt legate, într-un fel sau altul, de salinitatea ridicată a mediilor în care ele vegetează.

Halofitele au fost luate în studiu de mult timp, au fost definite în maniere diferite, unele controversate chiar şi astăzi; nici la nivelul anului 2010 nu există încă o definiție unică, unanim acceptată. Pentru noi, această lipsă de unitate nu este eterogenă în sens negativ, ci plină de noi posibilități. Un domeniu complex şi complicat poate avea mereu ceva nou de oferit.

Înțelegerea adaptărilor anatomice şi, mai ales, interpretarea lor în sens ecologic nu este întotdeauna facilă sau accesibilă; în natură nu există forme pure, stricte, adaptări perfecte, ci numai forme intermediare şi variații ale factorilor de mediu care modelează trăsăturile anatomice. Întotdeauna, o anumită interpretare trebuie făcută cu prudență şi nimic nu este sub semnul afirmațiilor absolute şi exhaustive. Asemenea pretenții au fost departe de intenția noastră, deşi tentația formulării unor ipoteze noi, acolo unde nu mai există altele, este deosebit de atrăgătoare.

Se vorbeşte din ce în ce mai mult de degradarea ecosistemelor, de exploatarea rațională a acestora, de reconstrucție ecologică; poate mai mult ca niciodată, cunoaşterea relațiilor intime dintre factorii de mediu şi adaptările plantelor se impune ca un factor esențial în vederea găsirii unor soluții la problemele enumerate mai sus.

Dacă viitorul agriculturii va sta sub semnul salinității, atunci este nevoie de o abordare integrată şi interdisciplinară a halofitelor, pe de o parte, dar şi a glicofitelor care pot manifesta o rezistență crescută la salinitate, sau care pot, prin diverse mijloace, să devină mai rezistente la acest factor abiotic.

Pe baza investigațiilor făcute şi a interpretărilor oferite, am fost în măsură să propunem, la finalul lucrării, un nou sistem de clasificare a halofitelor, şi, totodată, un limbaj nou şi un sistem integrat de abordare a acestui grup de plante.

Suntem recunoscători profesorului **Timothy Flowers**, de la Universitatea din Sussex (U. K.), pentru *Cuvântul Înainte* pe care a avut amabilitatea să-l scrie pentru lucrarea de față. Îi mulțumim pe această cale, în speranța că discuțiile îndelungate despre biologia halofitelor, pe care le-am purtat cu dânsul, vor fi la fel de interesante şi fructuoase, ca şi până acum.

Sincere mulțumiri aducem şi referenților ştiințifici ai acestei cărți, **Dr. Monica Tereza Boşcaiu Neagu**, de la Universitatea Politehnică din Valencia, **prof. univ. Dr. Maria-Magdalena Zamfirache** şi **conf. univ. Dr. Lăcrămioara Ivănescu**, de la Facultatea de Biologie a Universității Alexandru Ioan Cuza, Iaşi. Sugestiile, comentariile şi aprecierile pe care le-au făcut pe baza manuscrisului ne-au fost de un real ajutor şi le-am primit cu bucurie şi cu un mare interes ştiințific.

PARTEA I

CONSIDERAȚII TEORETICE

1. Definiția şi clasificarea halofitelor. Dificultăți inerente

Deşi recunoscute cu certitudine încă de pe vremea lui Goethe (1790) (cf. Flowers et al., 1986), halofitele au fost luate în studiu mai ales în lucrările lui Schimper (1891; 1898), care a deschis, practic, calea unor preocupări diverse în ceea ce priveşte biologia plantelor de sărătură. În ciuda faptului că s-au scurs mai bine de 100 de ani de atunci, nici astăzi nu s-a ajuns la un consens în ceea ce priveşte o definiție unică şi satisfăcătoare a termenului de halofită.

Această realitate se poate explica, totuşi, prin următoarele considerente:

a. Halofitele reprezintă un grup ecologic heterogen, la *modelarea* căruia participă, de fapt, şi alți factori, în afara salinității crescute a solului. Cercetătorii care au investigat diverse aspecte ale halofitelor le-au abordat de fapt unilateral, ceea ce este firesc dacă ne gândim la orientarea lor „profesională"; o abordare care ține cont de un singur criteriu conduce adesea la acceptarea şi însuşirea unei singure definiții-etalon, de care specialiştii au ținut cont în cercetările lor. Acesta este unul din motivele pentru care fiecare autor a formulat o anumită definiție, ce a constituit un reper „personal" în investigarea plantelor de sărătură.

b. Conceptul de *salinitate* şi, implicit, cel de habitate saline (hipersaline) sunt, de asemenea, sub semnul unei relativități şi ambiguități, care țin de faptul că primul termen nu aparține neapărat biologiei, ceea ce complică puțin lucrurile atunci când este preluat şi adoptat de o altă disciplină. Din perspectivă ecologică, halofitele trebuie privite ca fiind acele specii care vegetează în habitate saline. Definiția pare simplă şi accesibilă, numai că termenul de habitate saline este din nou unul imprecis definit.

c. Pe măsură ce s-au acumulat cunoştințele despre halofite, s-au extins şi aprofundat şi direcțiile de cercetare în ceea ce le priveşte. Dacă inițial era vorba de ecologia şi de răspîndirea lor, care, pe baza unei intuiții fine, impuneau corelații cu

adaptări morfo-anatomice, treptat s-au adus în discuție elemente de fiziologie vegetală, toleranță la săruri, aspecte de biologie celulară şi moleculară, la nivel membranar sau la nivel de genă. Acest context nu a oferit premise ideale pentru a realiza o unificare a definițiilor şi aducerea lor la un numitor comun, ci a amplificat gradul de disjuncție din acest punct de vedere. În plus, ca o lege nescrisă a ştiinței, noile decoperiri nu fac altceva decât să pună, uneori, sub semnul întrebării vechile cunoştințe, să le conteste, ceea ce constituie prilej de noi structurări şi restructurări.

d. O altă problemă derivă din faptul că există un câmp semantic legat de halofite (în special de clasificarea acestora), alcătuit din termeni diferiți, formulați de diverşi autori, care uneori sunt sinonimi între ei; preluarea unora dintre aceştia şi, eventual, modificarea terminologiei nu aduce neapărat ordine în limbajul de specialitate.

e. Mai trebuie spus că există întotdeauna dificultăți atunci când se lucrează în condiții experimentale, încercându-se, de pildă, să se stabilească intervale de toleranță la salinitate pentru unele specii de halofite, ba chiar şi pentru glicofite. Contextul experimental nu reproduce niciodată fidel condițiile naturale unde, cum bine se ştie, există permanent variații de intensitate a unor factori ecologici, greu de decelat şi de anticipat rolul lor în desfăşurarea unor procese fiziologice. Fără a intra prea mult în detalii, amintim în acest sens numai de regimul hidric al solului şi, implicit, al sărurilor, care reprezintă un fenomen foarte complex şi dinamic.

În unele lucrări publicate anterior (Grigore, 2008a; 2008b) am pus în discuție unele aspecte legate de definiția şi clasificarea halofitelor. În această parte a lucrării încercăm să supunem atenției câteva definiții şi abordări pe care nu le-am inclus şi comentat în lucrările sus amintite.

Stocker (1928) defineşte halofitele ca fiind acele plante care sunt expuse în oricare din stadiile lor de viață unei concentrații de săruri, care este mai mare decât pot să suporte glicofitele (plantele „normale"), fără a muri. Reamintim cu această ocazie faptul că termenul de „glicofită" este unul mai degrabă convențional, aplicându-se tuturor plantelor care nu pot trăi în medii a căror concentrație de NaCl în soluția solului este mai mare de 0,5%. Dacă este relativ simplu de făcut distincția între halofite obligatorii şi glicofite, nu la fel de simplu este să se încadreze o specie oarecare într-o categorie de halofite, la concentrații reduse de NaCl. Chapman (1942) era de

părere că, în conformitate cu observațiile pe teren şi cu datele experimentale, granița între halofite şi glicofite ar trebui să ia în calcul o concentrație de aproximativ 0,5% NaCl în soluția solului.

Autorul sus citat defineşte, în consecință, *halofitele* ca fiind speciile capabile să crească într-un habitat care are o concentrație a soluției solului mai mare de 0,5% NaCl. Totodată, folosirea termenului nu presupune că speciile sunt obişnuite sau rare pentru asemenea habitate; în plus, utilizarea termenului nu implică şi presupunerea faptului că aceste specii nu pot creşte şi în oricare alte condiții[1]. Mai mult decât atât, Chapman recomandă ca în categoria halofitelor să nu fie incluse decât speciile care vegetează pe soluri care se caracterizează printr-un exces de NaCl, nu şi de alte săruri, cum ar fi cele de magneziu, de exemplu[2].

Menționam în rîndurile de mai sus de crearea, de-a lungul vremii, a unui câmp semantic ce cuprinde termeni care se referă la halofite; uneori, ei sunt formulați cu scopul de a face unele deosebiri de nuanță în diferite aspecte legate de biologia halofitelor; alteori, însă, pot deveni ei înşişi termeni ce delimitează categorii de halofite, în sine.

Conform opiniilor lui Chapman (1942), termenul de *euhalofită* trebuie limitat doar la acele specii a căror creştere optimă[3] are loc în orice habitat care conține cel puțin 0,5% NaCl. Conform acestei definiții, euhalofitele nu vor creşte decât dacă există o concentrație ridicată („abnormal”, orig.) de NaCl în habitat. În această categorie s-ar putea enumera: *Salicornia, Rhizophora* şi specii submerse de halofite, cum ar fi *Zostera, Cymodocea, Posidonia.*

Termenul de *miohalofite* ar trebui aplicat acelor plante care se găsesc, în mod obişnuit sau rar, în medii a căror concentrație de NaCl este mai mare decât 0,5%; dezvoltarea lor optimă (considerată naturală sau experimentală) are loc însă într-un mediu cu o concentrație mai mică de 0,5% NaCl.

---

[1] Aceasta este o observație foarte interesantă a lui Chapman (1942); este o remarcă ce se leagă de multe alte discuții, referitoare în special la caracterul de „obligativitate” al multor specii de halofite, pentru care se admite că o concentrație ridicată de săruri este benefică, având caracter stimulativ asupra proceselor de creştere şi dezvoltare. Pentru celelalte categorii de halofite trebuie mai multă prudență în acest sens; fiind specii eurihaline, este plauzibil ca astfel de specii să poată vegeta şi în medii slab salinizate.

[2] În realitate, soluția solului poate cuprinde şi alte săruri în afara celor de NaCl; este drept că „istoria” halofitelor este legată mai mult de influența clorurilor asupra halofitelor, în special în inducerea suculenței, dar şi celelalte săruri ar trebui luate în considerație. În acest sens nu amintim decât de cercetările lui Şerbănescu (1965), care împarte chiar asociațiile de halofite în asociații clorurice, sulfatice, carbonatice, deci în corelație cu tipul de săruri predominant.

[3] Sintagma de creştere optimă este, de asemenea, destul de greu de definit (!).

Cu toate acestea, autorul însuşi recunoaşte dificultatea practică în a deosebi o specie euhalofită de una miohalofită.

Această diferențiere a unor grupe de halofite se suprapune oarecum peste cea realizată de Van Eijk (1939). Acesta deosebea:

a. Plante care cresc în mod normal în condiții glicofitice, dar care au, totuşi, o rezistență la concentrații mai mari de 0,5% NaCl; afirmația se bazează fie pe plante cultivate experimental în soluții saline, fie pe plante observate sporadic în condiții saline naturale. Acest grup formează aşa-numitele *haloglicofite.*
b. Plante care vegetează în mod normal pe soluri saline, dar a căror dezvoltare optimă se desfăşoară în condiții glicofitice. Această categorie cuprinde specii precum: *Aster tripolium, Triglochin maritima, Plantago maritima.*

Din ce observăm pînă aici, putem deduce că majoritatea halofitelor fac parte din grupa miohalofitelor şi că puține specii sunt veritabile euhalofite.

O constatare foarte importantă este aceea că halofitele pot creşte la fel de bine şi în condiții glicofitice. Excepție fac, în lumina celor afirmate până acum, euhalofitele.

De fapt, n-ar fi exclus ca numărul mare de miohalofite ce apare în habitate saline să se datoreze faptului că acestea sunt incapabile de a concura cu succes cu glicofitele în habitate nesaline.

Controversele legate de definirea şi clasificarea halofitelor se datorează, printre altele, şi complexității ecologice a acestora, ca grup polimorf distinct. Asta şi din cauza faptului că percepția noastră aparentă şi imediată corelează adesea „cauza” de „efect”, adică salinitatea de halofite, şi invers; dar, de multe ori, un plus de profunzime şi discernământ poate integra problema într-un context mai complex.

De pildă, este vorba despre plantele care vegetează pe dunele maritime. Acestea ar trebui privite oare ca halofite? Este o întrebare pe care şi-au pus-o mai ales cercetătorii străini, care au studiat vegetația din asemenea ecosisteme; studiile lor au arătat că sistemul radicular al acestor specii se găseşte adesea plasat în stratul freatic cu apă dulce din dunele maritime (Hill şi Hanley, 1914; Chapman, 1937). Această problemă, pusă inițial sub forma unei întrebări retorice (Kearney, 1904), a luat în calcul şi alți factori ecologici care îşi dau concursul în asemenea habitate (vânturi puternice ce pot vehicula şi impulverizații saline din direcția mării, iluminare puternică, supraîncălzire datorată reflectării radiațiilor solare de către nisip).

Concluzia studiului lui Kearney (1904) este că aceste plante de plaje şi dune maritime nu sunt în general halofile, ci mai degrabă xerofile[4].

Oricum, dacă ținem cont de faptul că unele părți ale plantelor de dune maritime pot fi expuse totuşi impulverizațiilor sărate aduse de vânt, atunci influența salinității nu poate fi total eliminată, deşi numai anumite organe ale corpului plantei sunt afectate de aceasta.

Stocker (1928) a sugerat ca termenul de *xero-halofite* să se aplice numai speciilor de deşerturi sărate, iar termenul de *aero-halofite* să fie rezervat speciilor afectate de salinitate produsă de impulverizații sărate sau de praf sărat.

Pe de altă parte, Schratz (1934) considera dunele ca fiind habitate xero-haline, în contrast cu cele higro-haline, unde există un substrat de apă sărată.

Iversen (1936) a propus o schemă de clasificare a halofitelor pe baza cantității de NaCl din soluția solului; cum însă rădăcinile multor specii nu ajung la această adâncime a solului, mai relevantă ar fi poate cantitatea de clor din regiunea rizosferică.

În acest sens, Chapman (1942), plecând de la clasificarea lui Iversen, propune următorul sistem de clasificare a halofitelor:

<u>Miohalofite</u>

1. Glico-mezohalofite: plante care cresc în habitate cu un conținut de 0.01-1,0% NaCl.
2. Eurihalofite: plante care vegetează în habitate cu 0,1<1,0% NaCl;

<u>Euhalofite</u>

3. Mezohalofite: plante care cresc în habitate cu un conținut de 0,5-1,0% NaCl.
4. Mezo-euhalofite: plante care cresc în habitate cu 0,5-<1,0% NaCl.
5. Euhalofite: plante care cresc în habitate ce au o concentrație mai mare de 1.0% NaCl.

Euhalofitele (în sens larg) sunt, deci, speciile de halofite care cresc sau îşi dobândesc dezvoltarea optimă în medii ce conțin mai mult de 0,5% NaCl (mezohalofitele, mezo-euhalofitele şi euhalofitele din clasificarea de mai sus).

[4] Că acestea sunt mai curând xerofile şi nu halofile deschide o altă discuție provocatoare, referitoare la substratul „fiziologic uscat" în care vegetează halofitele, aşa cum vom vedea în rândurile următoare (!).

Din analiza clasificărilor pe care le-am trecut în revistă, în lucrarea de față sau în lucrările publicate anterior (Grigore, 2008a; 2008b), am putut constata că, în unele cazuri, criteriul care stă la baza unui sistem de clasificare este bine definit (deşi în sine poate fi, totuşi, relativ); alteori, însă, criteriul pare mai degrabă vag şi intuitiv, bazat pe elemente care nu sunt în mod necesar strict cuantificabile[5]. În fine, în unele situații, anumite sisteme de clasificare sunt preluate de la alți autori şi, eventual, limbajul este puțin adaptat.

Breckle (1995) defineşte halofitele ca fiind acele specii de plante care cresc şi îşi definitivează întregul ciclu biologic în habitate saline.

Este foarte bine de ştiut şi de înțeles că „lupta"cu salinitatea necesită adaptări la toate nivelurile, pornind de la cel ecosistemic până la cele tisular, celular, subcelular şi biochimic (tabelul nr. 1). Nu putem vorbi despre toate acestea într-o singură frază, deoarece înțelegerea fiecărui nivel ține mereu de o altă disciplină, o abordare interdisciplinară a salinității şi efectelor ei asupra fiecărui nivel în parte, putând oferi o imagine unitară, de ansamblu asupra halofitelor.

Breckle (1995) clasifică plantele dintr-o perspectivă ecofiziologică, luând drept criteriu absorbția sărurilor de către plante, precum şi transportul acestora prin corpul plantei sau chiar îndepărtarea lor la exteriorul plantei. Astfel, autorul delimitează:

1. Plante care sunt foarte selective la nivelul membranelor celulare radiculare şi pot astfel să împiedice absorbția ionilor de NaCl; acestea pot fi numite generic *non-halofite*. Majoritatea plantelor sunt non-halofite, vegetând în regiuni terestre, în condiții de salinitate scăzută.
2. Plante care pot rezista unor salinități ridicate, fără să posede adaptări speciale, în afara unei selectivități foarte bune la nivelul membranelor celulare ale rădăcinii şi ale altor organe ale plantei. Cel mai adesea, ele au tendința de a acumula NaCl în rădăcini şi în părțile superioare ale tulpinii (în celulele parenchimului lemnos). Aceste plante pot fi numite pseudo-halofite.

[5] Ne gîndim la clasificări precum cea a lui Guşuleac (1933), care se referă la „colonizarea naturală a sărăturilor cu plante", la cea a lui Prodan (1939), care foloseşte drept criteriu „felul cum pot (plantele, n. n.) suporta sarea", sau chiar cea a lui Țopa (1939), care ia drept criteriu „modul de comportare a plantelor față de mediul arătat (sărat, n.n.). Chiar şi aşa, surprinde în mod plăcut că astfel de sisteme de clasificare sunt „confirmate", în timp, de altele, bazate pe date mai complete şi mai elaborate. În spiritul acestei idei putem menționa sistemul lui Bucur şi colab. (1957), care se bazează pe date cuantificabile, măsurabile, şi anume salinitatea solului din stratul rizosferic, în legătură cu dezvoltarea plantelor.

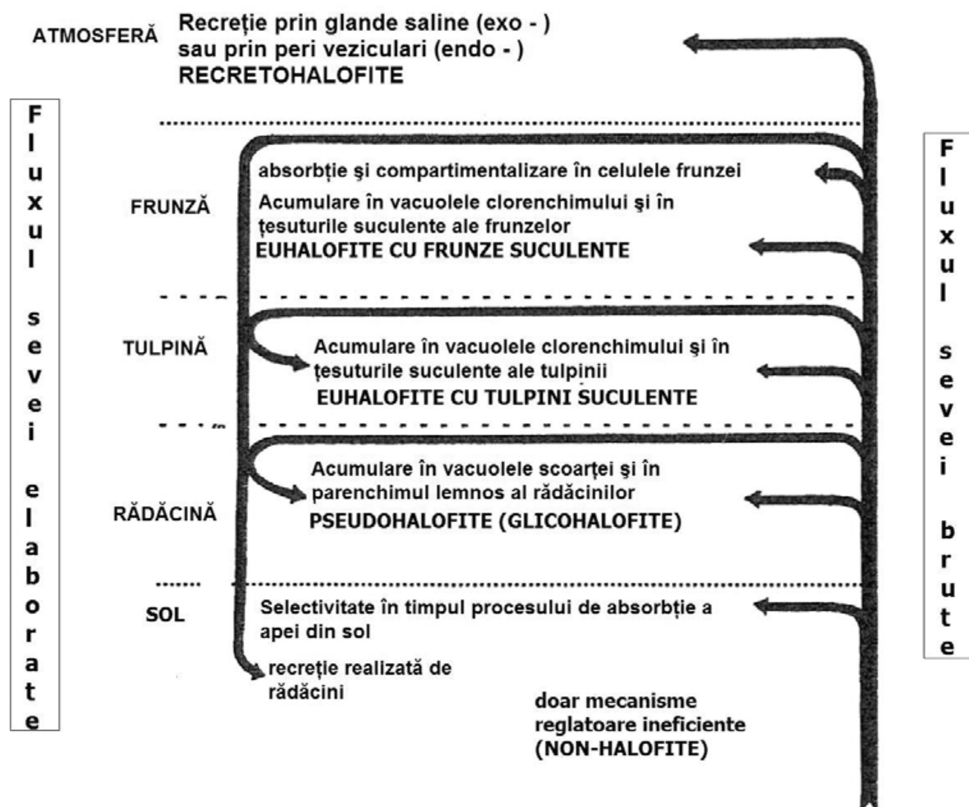
3. *Euhalofitele suculente* reprezintă alt grup de plante, la care are loc o absorbție intensă a sărurilor şi transportul lor către părțile supraterane. La acestea, frunzele şi/sau tulpinile devin suculente.
4. Alte grupe de halofite au ca principală strategie eliminarea sărurilor de către structuri speciale, localizate la nivelul organelor aeriene. Această eliminare este numită *recreție*[6] şi poate fi observată la un număr ridicat de specii posesoare de structuri secretoare de săruri.

Tabelul nr. 1 (preluare şi adaptare după Breckle, 1995)

Nivelul vizat	**Exemple de răspunsuri**
Biochimic	Reglare genetică, activități enzimatice, modificări în structura ADN
Membranar	Permeabilitate, potențial electric
Subcelular (organite celulare)	Respirație, fotosinteză, compuşi secundari
Celular	Efecte formative, perturbări
Tisular	Efecte formative, alterarea diferențierii
Interacțiuni la nivelul întregii plante	Echilibru hormonal, metabolism mineral, bilanț hidric, adaptare şi modificare, creştere, stadii de dezvoltare
Populațional	Reproducere, distribuție pe vârste, competiție, selecție
Ecosistemic	Ciclul sărurilor şi nutrienților, acumulare, biomasă, compoziție pe specii, flux energetic
Biom, Biosferă	Ciclul sărurilor, flux energetic, sedimentare, acumulare în bazine de eroziune

În schema de mai jos, sistematizăm şi noi sistemul de clasificare al lui Breckle (1995).

[6] Am păstrat termenul original din limba engleză: „recretion”, care este mai puțin familiar limbajului românesc de specialitate; în accepțiunea lui Frey-Wyssling (1935), *rekrete* se referă la transportul la exterior al sărurilor care nu sunt asimilate de plantă.



Tipurile de halofite după locul de absorbție a sărurilor, după locul de depozitare şi eliminarea lor (preluare şi adaptare după Breckle, 1995)

Altă clasificare a halofitelor, rezultată în urma unor cercetări complexe, este cea oferită de Pătruț, Pop şi Ioan (2005). Aceştia, investigând biodiversitatea halofitelor din Câmpia Banatului, au delimitat halofitele în funcție de reacția solului, cantitatea de humus, proporția diferiților ioni minerali la nivelul rizosferei, precum şi după cantitatea de apă din sol de-a lungul perioadei de vegetație, în următoarele categorii:

1. Specii adaptate unor biotopuri accentuat sărăturate, cu sărăturare de tip carbonato-sodic, sulfato-sodic, cu un conținut ridicat de $CaCO_3$, HCO_3^-, CO_3^{2-} şi Na^+, reacție puternic alcalină şi conținut mic de humus. În funcție de factorul hidric, aceste specii se grupează în două categorii:
    a. specii xeromezofile, care vegetează în biotopuri cu umiditate moderată primăvara şi accentuat uscate vara şi toamna, cum sunt: *Camphorosma annua, Artemisia santonicum;*

   b. specii mezofile, care vegetează în biotopuri cu umiditate pronunţată primăvara şi uscate în timpul verii, cum ar fi: *Puccinellia distans* ssp. *limosa, Limonium gmelini, Chamomilla recutita.*
2. Specii adaptate biotopurilor moderat sărăturate, cu sărăturare de tip carbonato-sodic şi sulfato-sodic, conţinut ridicat de $CaCO_3$, HCO_3, CO_3^{2-} şi Na^+, reacţie puternic alcalină şi conţinut ridicat de humus, care ocupă biotopuri moderat până la accentuat umede primăvara şi relativ uscate vara şi toamna, cum sunt: *Ranunculus pedatus, Plantago maritima, Aster tripolium, Plantago tenuiflora.*
3. Specii adaptate unor biotopuri cu grad variat de sărăturare, de natură sulfato-sodică şi carbonato-sodică, conţinut variabil de $CaCO_3$, HCO_3^-, CO_3^{2-} şi Na^+, reacţie slab acidă până la puternic alcalină şi cantitate mare de humus. Aceste specii se grupează în două categorii:
   a. specii care vegetează în biotopuri moderat umede primăvara şi accentuat uscate vara şi toamna, cu un conţinut ridicat de $CaCO_3$, HCO_3, CO_3^{2-} şi Na^+, cum sunt: *Festuca pseudovina, Plantago schwarzenbergiana, Scorzonera cana;*
   b. specii care vegetează în biotopuri umede primăvara şi moderat umede vara şi toamna, cu un conţinut moderat de $CaCO_3$, HCO_3^-, CO_3^{2-} şi Na^+, cum ar fi: *Hordeum hystrix, Pholiurus pannonicus, Lotus tenuis, Taraxacum bessarabicum, Rorippa sylvestris* ssp. *kerneri, Juncus gerardi.*
4. Specii adaptate biotopurilor slab sărăturate, de natură sulfato-sodică (slab carbonato-sodică), conţinut scăzut de $CaCO_3$, HCO_3, CO_3^{2-} şi Na^+, reacţie slab acidă până la slab alcalină. Aceste specii pot fi grupate în două categorii, în raport cu factorul hidric:
   a. specii care vegetează în biotopuri cu umiditate mare primăvara şi uscate vara şi toamna, cum sunt: *Achillea setacea, Crypsis alopecuroides;*
   b. specii care vegetează în biotopuri băltite, înmlăştinite în timpul primăverii şi uscate vara şi toamna, cum sunt: *Beckmania eruciformis.*

În plus, în acelaşi studiu (Pătruţ, Pop Adelina, Ioan, 2005), corelaţia între adaptările fenologice ale halofitelor investigate şi condiţiile pedo-climatice particulare din Câmpia Banatului a permis stabilirea a patru categorii de halofite (direcţii de adaptare):

1. specii anuale cu ciclu biologic scurt (efemere), cum sunt: *Plantago tenuiflora* şi *Myosurus minimus*, care cresc, înfloresc şi fructifică în prima parte a primăverii, ocupând microdepresiunile cu apă stagnantă, adesea inundate, slab sărăturate; aceste specii evită perioadele nefavorabile de vegetație, rezistând în sol sub formă de semințe;
2. speciile anuale sau perene cu ciclu biologic scurt, cum sunt: *Hordeum hystrix, Rorippa sylvestris* ssp. *kerneri, Chamomilla recutita, Ranunculus pedatus* şi *Festuca pseudovina*, care ocupă biotopuri diferite sub raport hidro-salin, de la cele excesiv de umede, până la cele accentuat uscate, de la slab până la puternic alcaline; aceste specii înfloresc şi fructifică tot în prima parte a primăverii, trecând peste condițiile nefavorabile fie sub formă de semințe, fie prezentând organe subterane de rezistență; excepție face *Festuca pseudovina,* care în timpul verii se găseşte în repaus vegetativ, urmând ca toamna, când creşte umiditatea solului, să intre din nou în faza vegetativă;
3. specii perene, rar anuale, cu ciclu biologic lung, cum sunt: *Beckmannia eruciformis, Juncus gerardi, Puccinellia distans* ssp. *limosa, Lotus tenuis, Rorippa sylvestris* ssp. *kerneri, Aster tripolium, Crypsis alopecuroides, Crypsis schoenoides, Achillea setacea, Taraxacum bessarabicum, Scorzonera cana, Plantago schwarzenbergiana,* ce ocupă habitate cu salinitate slabă până la puternică, dar cu aport hidric ridicat, înfloresc şi fructifică în timpul verii; aceste specii vegetează în microdepresiuni băltite primăvara, unde umiditatea solului se menține până în timpul verii; excepție fac: *Scorzonera cana* şi *Achillea setacea*, care ocupă biotopuri plane cu salinizare şi umiditate moderată, dar care prezintă caractere xeromorfice;
4. specii perene, rar anuale, cu ciclu biologic lung, ce ocupă biotopuri cu salinizare excesivă, de obicei uscate în timpul verii, cum sunt: *Camphorosma annua, Plantago maritima, Atriplex littoralis, Limonium gmelini, Artemisia santonicum,* care înfloresc şi fructifică în timpul verii; aceste specii şi-au dezvoltat mecanisme proprii, fie de reținere a apei la nivelul parenchimurilor acvifere, fie de eliminare a surplusului de săruri minerale.

În fine, tot în cadrul aceluiaşi studiu sus-menționat, halofitele mai sunt împărțite, pe baza trăsăturilor morfo-anatomice, în:

a. halosuculente, cum sunt: *Camphorosma annua, Plantago maritima, Aster tripolium* şi *Atriplex littoralis*, ce vegetează în

condiții de sărăturare şi uscăciune accentuate, mai ales în a doua jumătate a perioadei de vegetație; acestea au evoluat în direcția menținerii apei la nivelul frunzelor, din cauza regimului hidric deficitar;

b. halomezomorfe, situate din punct de vedere morfo-anatomic între halosuculente şi haloxerofite: *Taraxacum bessarabicum, Scorzonera cana, Lotus tennuis, Ranunculus pedatus, Hordeum hystrix, Crypsis alopecuroides;*

c. haloxerofite, ce cuprind specii care vegetează în biotopuri cu umiditate moderată primăvara şi accentuat uscate vara şi toamna, cel mai adesea excesiv sărăturate: *Achillea setacea, Artemisia santonicum, Limonium gmelini, Festuca pseudovina, Juncus gerardi.*

Am amintit la începutul capitolului de dificultățile inerente ce pot surveni în definirea halofitelor şi, implicit, în clasificarea acestora. Se cunoaşte faptul că cea mai importantă proprietate a halofitelor este toleranța la salinitate (săruri). Însă trebuie spus că există multe accepțiuni ale termenului de toleranță la săruri sau prag de salinitate, ceea ce împiedică, în consecință, o abordare uniformă a halofitelor, complicând totodată eventualele comparații între specii (Koyro et al., 2006). Iată care sunt aceste modalități de definire a termenului de toleranță la săruri (prag al salinității):

a. Fitosociologii folosesc termenul de halofite pentru a se referi doar la speciile care vegetează în mod natural în habitate saline; fireşte că pentru a avea o imagine expeditivă asupra toleranței la salinitate, analiza fitosociologică este foarte utilă, iar „valorile” toleranței la săruri pot fi aplicate pe scară largă pentru aproximări calitative (Ellenberg, 1974).

b. Alți cercetători descriu toleranța la salinitate prin diagrame poligonale ale compoziției minerale a plantelor.

c. Pragul (nivelul) de salinitate este caracterizat ca fiind punctul (concentrația sărurilor) la care abilitatea plantelor de a supraviețui şi de a se reproduce nu mai este asigurată (Pasternak, 1990). Oricum, trebuie ținut seama şi de faptul că supraviețuirea şi reproducerea unei specii nu sunt întotdeauna împiedicate la acelaşi nivel al salinității (Tazuke, 1997). Definiția lui Pasternak (1990) este totuşi importantă pentru interpretarea răspândirii ecologice şi poate fi folosită ca punct de plecare pentru studii fiziologice referitoare la strategiile de supraviețuire a plantelor.

d. În general, clasificarea toleranței la salinitate a speciilor de cultură se bazează pe pragul conductivității electrice şi pe procentajul de productivitate care scade sub nivelul acestui prag (Greenway şi

Munns, 1980). Uneori, toleranța la săruri este privită ca procentaj al producției de biomasă în condiții saline, comparativ cu cele de control, pentru o perioadă îndelungată de timp (Munns, 2002). Concentrația substratului care are ca efect reducerea cu 50% a creşterii (raportată la greutate proaspătă, comparativ cu plantele neexpuse salinității) este folosită de ecofiziologi ca definiție pentru toleranța la salinitate. Şi această definiție are un carater relativ arbitrar, dar poate conduce la o precizare mai exactă a unei valori comparative pentru speciile de halofite şi poate avea relevanță pentru aspecte aplicative, cum ar fi potențialul economic al unora dintre aceste plante;

e. O altă definiție poate fi folosită şi aplicată pentru speciile de glicofite. Mai ales în agricultură, este obişnuit să se vorbească despre toleranță la salinitate dacă o varietate de glicofită, cum ar fi una de *Hordeum vulgare* supraviețuieşte la un nivel crescut al salinității, în comparație cu altă varietate a aceleiaşi specii. Oricum, substratele saline cu NaCl tolerate de aceste varietăți sunt cu mult sub concentrația apei de mare (Amzallag, 1994; Jeschke et al., 1995).

În ultima vreme, foarte mult se vorbeşte despre salinizarea secundară (antropogenă) a suprafețelor agricole şi, implicit, de criza agriculturii, de necesitatea stringentă de a exploata potențialul imens pe care îl pot oferi apa sărată, ca apă de irigații, şi plantele de cultură care pot manifesta un oarecare grad de toleranță la săruri.

În acest sens, de mare actualitate este şi remedierea solurilor afectate de salinitate; se ştie, chiar şi din experiența românească (mai ales din anii anteriori lui 1990) că ameliorarea acestor suprafețe prin mijloace mecanice, chimice, spălări în vederea îndepărtării sărurilor este relativ complicată, costisitoare şi uneori imprevizibilă. De aceea, un mare accent se pune pe remedierea pe cale naturală a acestor terenuri salinizate, cu ajutorul unor specii care sunt tolerante la săruri şi pe care le pot acumula şi îndepărta apoi.

Şi mai puțină atenție s-a acordat clasificării plantelor, în funcție de capacitatea lor de a îndepărta sărurile din sol. Mai mult decât atât, s-a introdus şi un nou concept, cel de *haloconducție*, care se referă la capacitatea unei plante de a absorbi sărurile din sol, de a le vehicula prin corpul ei şi, eventual, de a le elimina în atmosferă.

În concordanță cu aceste aspecte s-a încercat clasificarea plantelor în raport cu abilitatea (capacitatea) lor de a ameliora solurile saline (Yensen şi Biel, 2006):

1. *Excluders*[7] sunt speciile care exclud (împiedică) la nivelul rădăcinilor pătrunderea sărurilor în țesuturi. Majoritatea speciilor terestre intră în această categorie, deşi multe din ele pot avea capacități limitate de a exclude sărurile, dovadă că ele pot muri, dacă sărurile pătrund în cantități foarte mari în țesuturi. Unele plante din această categorie pot fi euhalofite (*Rhizophora*). Acest grup de plante are capacități reduse sau chiar absente de a remedia solurile sărate. Deoarece absorb apa în mod selectiv, dar exclud sărurile la nivelul rădăcinii, ele au tendința de a acumula sărurile în sol până la punctul în care toleranța la salinitate a plantei este depăşită. Această realitate s-ar traduce prin faptul că ar fi vorba, de fapt, de o salinizare a solului indusă chiar de plantă.
2. *Plante-acumulatoare,* care absorb sărurile şi le acumulează în vacuolele celulelor. Acestea pot fi glicofite, tolerante la săruri sau euhalofite, cu sau fără suculență. În general, aceste plante au valoare fitoameliorativă numai dacă ele întregi sau părți din corpul lor sunt îndepărtate de pe terenurile respective. Cu unele excepții, asemenea plante „încărcate” cu săruri nu au adesea o valoare de producție ridicată; din acest motiv nu sunt acoperite costurile îndepărtării sărurilor de pe astfel de terenuri. De asemeni, fiind prea sărate, nu pot fi folosite nici ca nutreț.
3. *Conductings*[8] includ speciile care absorb sărurile din sol, le transportă în părțile aeriene şi le dispersează, cu ajutorul vîntului, departe de locul de „cultivare”. În mod ipotetic, aceste plante au o mare capacitate de a îndepărta sărurile din sol şi de a le dispersa cu ajutorul vântului. Fireşte, aceasta implică automat existența unor curenți aerieni puternici pentru a asigura o răspândire eficientă a sărurilor; ca un „contraexemplu”, se cunoaşte că 80% din totalul sărurilor de pe suprafața continentală sunt aduse dinspre ocean de către curenții oceanici. După cum se poate observa cu uşurință, avantajul speciilor din această categorie este că sărurile sunt îndepărtate din sol fără acumularea lor în corpul plantelor.

Dacă este să sintetizăm, pe scurt, cele discutate în această parte a lucrării, ne putem hazarda să afirmăm că definiția halofitelor (şi, implicit, clasificarea lor) nu a evoluat radical şi substanțial în ultimul secol. Dacă Schimper (1891/1903) le definea ca fiind plante capabile să-şi definitiveze ciclul biologic pe un substrat bogat în NaCl, Khan şi Duke (2001) le

[7, 8] Păstrăm pentru aceste grupe denumirea din limba engleză, deoarece este foarte dificil de echivalat în limba română printr-un singur cuvânt (n. n.).

caracterizau ca organisme bine dezvoltate şi specializate, având trăsături morfologice şi fiziologice care le permit să se reproducă pe soluri cu mari concentraţii de săruri.

În fine, la nivelul anului 2008, halofitele au fost definite ca acele specii care supravieţuiesc şi se reproduc în medii a căror concentraţie este de aproximativ 200 mM NaCl, sau mai mare decât această valoare (Flowers şi Colmer, 2008).

Părerea noastră este că, în definitiv, nici nu-i atât de important să se definească unitar halofitele; mai important este ca din multitudinea de definiţii şi abordări ale acestui grup de plante, să se nască ipoteze, soluţii la problemele agriculturii şi, implicit, ale omenirii.

2. Halofitele şi mediile lor de viaţă. Locul halofitelor în clasificarea ecologică a plantelor

Atunci când am ridicat problema controverselor ce pot să apară în definirea şi clasificarea halofitelor (Grigore, 2008a; 2008b), ca şi în rândurile de mai sus, am menţionat şi pe cele care derivă din complexitatea şi polimorfismul habitatelor saline. Fireşte, am avut în minte mai ales aspecte de nuanţă terminologică, de inconstanţă şi vagă delimitare a unor termeni.

În rândurile ce urmează, intenţia noastră este de a aduce în discuţie un concept mai vechi, care credem că poate constitui o joncţiune consistentă între adaptările histo-anatomice ale halofitelor şi factorii ecologici, priviţi ca un întreg. Totul însă într-o abordare profund stilizată.

De multă vreme s-a observat că halofitele prezintă adaptări de tipul xeromorfozelor, în legătură cu habitatele în care vegetează, deci multe din adaptările întâlnite la halofite se găsesc şi la xerofite. Este de înţeles că în astfel de condiţii a apărut, logic, întrebarea dacă şi ce au în comun aceste două categorii ecologice de plante. Răspunsul nu părea foarte greu de dat, mai ales dacă se comparau trăsăturile histo-anatomice ale unor specii diferite, ce erau catalogate „a priori" ca făcând parte din grupa halofitelor, respectiv a xerofitelor.

Schimper, însă, (1898/1903) a avut inspiraţia de a pune problema oarecum invers, adică luând în calcul nu atât trăsăturile de structură ale halofitelor sau xerofitelor, ci particularităţile factorilor de mediu (apa şi solul, mai ales) care „dictează" aceste adaptări şi le modelează în consecinţă.

Acest fiziolog a arătat că în mod obişnuit plantele din staţiuni umede sunt catalogate ca *higrofite*, iar cele din staţiuni uscate, drept *xerofite*; însă, aşa cum atrage el atenţia, caracteristicile organismelor sunt fiziologice, iar

cele ale habitatelor sunt fizice, deci nu există o legătură neapărat obligatorie între aceste două grupe de caracteristici. În realitate (şi aparent paradoxal), un substrat foarte umed poate fi uscat pentru o plantă dacă aceasta nu poate absorbi apa din el, în vreme ce un sol, care ne apare ca fiind uscat, poate asigura suficientă apă pentru multe plante care au adaptări în acest sens. Aşadar, trebuie făcută deosebirea între uscăciunea fizică şi cea fiziologică, respectiv între umezeala (solului) fizică şi cea fiziologică. În tot acest context, Schimper a făcut o observație foarte interesantă: pentru viața plantei şi implicit pentru geografia botanică, numai caracteristicile fiziologice trebuie luate în considerație. Deci, vegetația higrofilă este legată de umezeala fiziologică a solului, iar cea xerofilă, de uscăciunea fiziologică.

Cu timpul, s-a observat că solurile saline sunt, practic, afectate de o *secetă fiziologică*. Aceasta se datorează unor factori externi, care fie reduc absorbția, fie favorizează transpirația; sau, cel mai adesea, este vorba despre o combinație a acestor factori.

Dintre factorii enumerați de Schimper, şi care pe noi ne interesează cel mai mult, este amintită abundența sărurilor solubile din sol. În timp ce o cantitate mică favorizează absorbția, o cantitate (concentrație) ridicată o împiedică. Conform aceluiaşi autor, pragul concentrației la care începe inhibarea creşterii depăşeşte rareori valoarea de 0,5%.

O analiză preliminară a celor enumerate până aici oferă motive pentru a privi halofitele ca un caz particular de xerofite. De altfel, habitatele afectate de uscăciune fiziologică sunt foarte diverse; pentru a ne forma o imagine, iată care sunt cele mai importante regiuni naturale afectate de acest fenomen (Schimper, 1903):

a. deşerturile, stepele, caracterizate de un substrat uscat, aer uscat, precum şi de temperaturi foarte ridicate, sporadice sau permanente, deci cu iluminare intensă;

b. scoarța copacilor, stâncile, unde are loc o uscare rapidă la suprafață, din cauză că nu există un substrat profund;

c. solurile nisipoase, pietrişul, care se usucă rapid la suprafață, datorită permeabilității ridicate;

d. țărmurile maritime, suprafețe de natură vulcanică, care conțin o cantitate ridicată de săruri solubile;

e. turbăriile, din cauza acizilor humici din sol;

f. zone polare, sau din apropierea ghețarilor din munții înalți, unde temperatura solului este foarte scăzută;

g. piscuri alpine, unde aerul este rarefiat, insolația este puternică, catacteristice climatului alpin.

Am enumerat toate aceste tipuri de habitate pentru a înțelege mai bine cum una şi aceeaşi caracteristică a mediului (seceta fiziologică) poate

imprima trăsături de xerofism comune la plante care vegetează habitate atât de diferite, cel puțin la prima vedere.

Toate aceste precizări, alături de unele experimente care au vizat comportamentul plantelor în soluții saline, l-au determinat pe Schimper să concluzioneze că trăsăturile morfologice ale halofitelor sunt în concordanță cu cele ale xerofitelor.

Altfel spus, halofitele sunt, în realitate, o formă specială de xerofite (Warming, 1909; Wiesner, 1889). Această afirmație, susținută atât de analiza caracteristicilor habitatelor (afectate de seceta fiziologică), cât mai ales de trăsăturile histo-anatomice ale halofitelor, pare destul de solidă. Mai mult decât atât, în acest context se pare că şi considerarea halofitelor ca grup ecologic distinct (în relație cu xerofitele şi hidrofitele) poate fi pusă sub semnul întrebării (Kearney, 1904). Ultimul autor este chiar de părere că halofitele ar trebui privite ca o subdiviziune a xerofitelor (referindu-se mai ales la suculență, acesta considera că la grupul pe care îl studiem, aspectul general este extrem xerofit). Henslow (1895 a,b), în importantele sale lucrări referitoare la adaptările plantelor la mediile de viață, a subliniat, de asemenea, apropierile dintre caracteristicile anatomice ale xerofitelor şi halofitelor.

Această ipoteză a uscăciunii fiziologice (secetă fiziologică) a fost preluată de mai mulți cercetători, care au studiat ecologia plantelor.

McDougall (1941) tratează halofitele în categoria plantelor de habitate fiziologic uscate şi le defineşte ca fiind plantele care cresc pe soluri saline sau în apă sărată, având trăsături asemănătoare xerofitelor. Suculența este considerată şi de acest autor ca fiind cea mai definitorie trăsătură a halofitelor, însoțită de o presiune osmotică ridicată a celulelor.

Oosting (1948) definea halofitele ca fiind plante ce pot tolera concentrațiile de săruri din soluri; aceste habitate pot fi catalogate ca fiziologic uscate din cauza conținutului ridicat de săruri, care limitează activitatea osmotică şi, în consecință, absorbția apei de către plante.

De altfel, intuiția genială a lui Warming (1895, 1909), Schimper (1898/1903) şi Clements (1921) referitoare la uscăciunea fiziologică a solului complică un pic lucrurile când vine vorba de clasificarea plantelor, deci şi a halofitelor, din punct de vedere *ecologic*.

Citām şi lucrarea de *pionierat* în domeniul ecologiei plantelor a lui Warming (1895), apărută în limba daneză, lucrare de mare răsunet internațional, deşi noi nu am consultat-o în original; această lucrare are însă numeroase traduceri şi ediții, în limba germană (1896; 1902; 1914) şi engleză (1909). Traducerile ulterioare aduc totodată şi revizuiri ale ediției daneze din 1895, ceea ce este foarte important, deoarece am putut urmări, astfel, şi evoluția clasificărilor despre care vorbim în rândurile de față. Noi am consultat lucrările în limba germană (ed. 1902, 1914), dar mai ales

traducerea în engleză din 1909, pe care am considerat-o, de altfel, reperul principal. Astfel, până la ediția tradusă în engleză din 1909 sistemul de clasificare în clase ecologice (*vereinsklasse, formationklasse*, în germană; (*o*) *ecological class* sau *class,* în engleză, termeni pe care noi îi foloism cu sensul de *clasă ecologică* sau, simplu, *grup ecologic* de plante) cuprindea următoarele comunități de plante: hidrofite, xerofite, halofite şi mezofite. Schimper (1903) împărțea plantele în terestre şi acvatice; cele terestre cuprind: xerofitele, higrofitele şi tropofitele.

Warming (1909), pe baza uscăciunii fizice şi/sau fiziologice a solului şi luând în considerație şi factorii climatici, a inclus halofitele, ca clasă ecologică, în rândul formațiunilor vegetale xerofile, alături de *oxilofite* (plante de soluri acide – turbării) şi *psichrofite* (plante de soluri reci, înghețate) pe baza faptului că *solul este fiziologic uscat, deoarece apa conținută este disponibilă plantei numai într-o mică măsură; din acest motiv, formațiunile cuprinse aici sunt în mod* ***esențial*** (subl. n.) *formate din specii xerofile* (*op. cit.*, p. 136). Tot printre formațiunile xerofile (dar datorită uscăciunii *fizice* a solului sau a factorilor climatici), mai sunt incluse următoarele clase ecologice: *litofitele, psamofitele, chersofitele* (grup eterogen, cuprinzând specii ce vegetează în habitate aride, rezultate, în principal, în urma defrişărilor), *eremofitele* (specii deşertice sau stepice), *psilofitele*[9] (specii ce vegetează în savane), *sclerofitele* (formate din arbuşti şi păduri, în regiunile cu climat foarte uscat) şi *coniferele.* Observăm, aşa cum am afirmat şi în rîndurile de mai sus, că, față de edițiile precedente, halofitele nu mai sunt tratate ca un grup principal, dintre cele patru menționate. Această distincție apărută în abordarea grupelor de plante este motivată în mod explicit de Warming însuşi, în prefața ediției engleze din 1909, prin faptul că au fost luate în considerare deosebirile edafice şi climatice care intervin în modelarea adaptărilor plantelor.

Clements (1920, mai ales pe baza publicațiilor anterioare) a inclus halofitele în categoria xerofitelor, caracterizate prin faptul că pânza de apă freatică este joasă, solul este fizic sau fiziologic uscat, climatul de regulă uscat sau variabil, transpirația scăzută. Halofitele sunt caracterizate de *habitate cu pânza freatică joasă,* ***datorită*** (subl. n.) *unui exces de săruri*. Relația cauzală de mai sus, subliniată de noi, corespunde doar parțial realității; din contră, se ştie că în unele situații, salinitatea ridicată a solului se datorează tocmai ridicării nivelului freatic al apei, care ulterior, datorită evaporației intense de la suprafață, concentrează sărurile în orizonturile superioare ale solului.

[9] *Psilophytes*, în original (p. 293, lucrarea citată), un termen care ar putea produce confuzie, deoarece *Psilophyta* reprezintă un grup de ferigi primitive (n. n.).

Asemenea probleme legate de clasificarea în grupe ecologice a plantelor ne pot oferi informații importante referitoare la evoluția şi dezvoltarea unor concepte de ecologie a plantelor, aşa cum au fost vehiculate de *pionierii* acestei discipline (Warming, Schimper, Clements).

La acest tip de ecologie vegetală subscriem şi noi, autorii acestei lucrări, care avem preocupări de anatomie vegetală; mai mult decât atât, poate că şi sintagma de *Ecologie a plantelor* ar trebui redusă numai la acest gen de abordare, anatomo-ecologică, deoarece aceasta a fost şi intenția autorilor sus-citați. În zilele noastre, ecologia plantelor sună destul de vag, datorită faptului că ştiința plantelor a cunoscut o dezvoltare amplă în ultimele decenii, existând şi tendința de a subscrie în această disciplină preocupări de *fitocenologie*, *ecofiziologie*, *taxonomie*, însă Ecologia plantelor ar trebui să redevină o morfologie şi o anatomie ecologică a plantelor.

Din cele discutate până aici se poate ridica şi un semn de întrebare: dacă halofitele vegetează în habitate uscate fiziologic (şi trebuie privite ca pe un grup particular al xerofitelor), atunci utilizarea unor termeni ca: *xerohalofite, hidrohalofite, higrohalofite* ar putea fi cumva incorectă sau tautologică? În plus, dacă halofitele au mecanisme eficiente de absorbție a apei din sol, indiferent dacă acesta este umed sau uscat, atunci ele mai sunt afectate, în realitate, de secetă fiziologică?

Pentru prima întrebare credem că folosirea unor termeni compuşi, precum cei enumerați, nu este greşită; este vorba mai degrabă de asocieri de cuvinte care oferă mai multe informații expeditive despre habitatul concret în care vegetează o specie sau alta, referindu-ne deci la halofite care pot creşte în habitate uscate, respectiv umede. Cei doi factori ecologici, salinitatea şi umiditatea solului, sunt de fapt definitorii atunci când vorbim de halofite ca grup ecologic. Şi, oricum, când vorbim de un grup ecologic oarecare, trebuie să luăm în calcul toții factorii de mediu.

Cât priveşte cea de-a doua întrebare pe care am adresat-o, este clar că un sol afectat de uscăciune fiziologică impune adaptări de xerofitism; dar, dacă o halofită are mecanisme capabile să asigure o bună aprovizionare cu apă, atunci ea ar mai trebui privită ca o specie „însetată”, deci ca o xerofită?

3. Adaptări morfo-anatomice generale ale halofitelor

Mare parte din adaptările morfo-anatomice ale halofitelor sunt de tip xeromorfic, întâlnindu-se deci şi la xerofite. În spiritul ipotezei lui Schimper, privind „uscăciunea fiziologică”, reîntărim ideea că, cel puțin parțial, halofitele ar trebui privite ca un grup particular în cadrul xerofitelor.

Aceasta este o idee vehiculată de mulți autori, care au „subscris" la ipoteza schimperiană; comparând adaptările xerofitelor cu cele ale halofitelor, ei au înțeles că poate fi vorba, de fapt, de un fenomen de convergență: acelaşi factor de mediu, privit fiziologic, şi nu strict din punct de vedere fizic, determină existența unor trăsături comune, deşi plantele pot vegeta în medii foarte diverse şi heterogene, cel puțin la prima vedere.

Warming (1909) considera că principalele adaptări morfo-anatomice ale halofitelor sunt reprezentate de[10]:

Suculența

Cea mai evidentă caracteristică a halofitelor este că majoritatea sunt plante suculente: frunzele sunt groase, cărnoase, mai mult sau mai puțin transparente. Aceasta se datorează parțial abundenței celulelor acvifere şi numărului redus de cloroplaste, iar parțial spațiilor intercelulare mici. S-a demonstrat de mult timp că unele specii se caracterizează prin dimorfism, prezentând o formă maritimă sau halofitică, cu frunze groase, suculente, şi o formă obişnuită, de interior (continentală), cu frunze subțiri: *Lotus corniculatus, Geranium robertianum, Convolvulus arvensis, Matricaria inodora, Hieracium umbellatum, Solanum dulcamara.* Experimentele cu soluții saline au arătat că anumite halofite crescute într-un sol obişnuit, sărac în săruri, dobândesc frunze mai subțiri şi pierd alte caracteristici, cum ar fi cazul speciilor: *Cakile maritima, Cochlearia officinalis, Salicornia europaea, Spergularia media, Salsola soda* (Batalin, 1884; Lesage, 1890; Boodle, 1904), în vreme ce alte specii rămân nemodificate. Din contră, anumite specii de interior, atunci când sunt cultivate pe un substrat îmbogățit cu sare obişnuită, dobândesc frunze mai groase, cum ar fi *Lotus corniculatus* şi *Plantago major.* Această îngroşare a frunzei se datorează alungirii celulelor din mezofil, care devin astfel mai mari şi rotunjite, spre interiorul frunzei, sărace în cloroplaste, aşa încât devin hialine, formând un adevărat țesut acvifer. În anumite situații putem vorbi de un țesut acvifer tipic, înconjurat de țesut palisadic, cum ar fi la *Salsola kali* (Areschoug, 1878), *Batis maritima*, *Salicornia* (Warming, 1906).

Celulele mucilaginoase

Sunt prezente şi frecvente ca şi la xerofite. Țesutul hipodermic acvifer se întâlneşte mai mult la plantele care au frunze coriacee, cum ar fi speciile

[10] Le prezentăm „didactic", ca pe un *background* general în spiritul discuțiilor detaliate pe care le vom face în partea a II-a lucrării, când ne vom referi la fiecare specie în parte, pe care am supus-o investigațiilor.

de mangrove (care au, de asemenea, celule mucilaginoase mari) aparținând genului *Sonneratia* şi *Spinifex squarrosus.*

Sucul vacuolar

Cantități mari de săruri pot să apară în sucul vacuolar, ceea ce determină ca această soluție să fie mai concentrată decât cea a solului.

Țesutul palisadic

Este bine dezvoltat la halofite. Lesage (1890) a demonstrat experimental că celulele devin mai înalte şi se divid adesea transversal; sărurile obişnuite acționează din punct de vedere morfologic aproximativ în aceeaşi manieră ca şi lumina. Conform opiniei lui Schimper (1891), frunzele plantelor care vegetează aproape de mare, în formațiunile de tip *Barringtonia* sunt mai groase decât cele ale plantelor depărtate de mare, datorită țesutului palisadic mai dezvoltat.

Ceara

Învelişurile de ceară, determinând o suprafață glaucă şi mată a organelor supraterane, caracterizează multe specii, cum ar fi: *Eryngium maritimum, Triticum junceum, Elymus arenarius, Crambe maritima, Martensia maritima, Glaucium flavum, Spinifex squarrosus.*

Învelişul de peri

Majoritatea halofitelor sunt glabre. Deşi unele specii au peri, totuşi aceştia sunt subțiri sau închişi la culoare, ca la *Senecio candicans, Tournefortia gnaphalodes.* Speciile care au peri sunt în general plante de nisip; unele au peri speciali, acviferi, ale căror celule terminale sunt mari, sferice, cu pereți subțiri, cu suc celular concentrat şi sunt îndepărtate sau mor, formând un înveliş cenuşiu la suprafața plantei, ca la: *Atriplex, Obione, Mesembryanthemum.*

Frunzele coriacee şi lucioase

Apar la arborii şi arbuştii din mlaştinile de mangrove şi la vegetația învecinată, cum ar fi: *Rhizophora, Bruguiera, Nipa fruticans*, ca şi la pădurile de nisipuri litorale.

Stomatele

La speciile de euhalofite, suculente, de litoral, stomatele nu sunt de regulă afundate, fiind localizate la nivelul epidermei. Îngroşarea şi cuticularizarea pereților epidermici sunt reduse la speciile suculente; aceasta poate sugera că atmosfera habitatului nu este foarte uscată, dar probabil ar trebui corelat cu faptul că protecția împotriva transpirației excesive este dobândită prin alte mijloace. Excepție de la această regulă fac speciile lemnoase înalte, din pădurile de mangrove, dar şi saxaulul (*Haloxylon ammodendron*), *Niederleinia juniperoides, Acantholippia riojana* şi altele.

Traheidele

În completarea a ceea ce s-a spus despre corelațiile histologice ale țesutului acvifer trebuie menționat că, la anumite specii, traheidele se găsesc la capătul nervurilor (la anumite specii din mlaştinile de mangrove), iar la alte specii (*Salicornia*) sunt izolate în parenchimul, relativ depărtat de nervuri (Duval-Jouve, 1868).

Lignificarea

Cu excepția cazului particular al mangrovelor, lignificarea apare numai într-o mică măsură[11], din acest punct de vedere halofitele diferind de celelalte xerofite. Există, oricum, câteva specii spinoase, la multe dintre ele spinii aparținând frunzelor, ca la: *Salsola kali, Eryngium maritimum, Echinophora spinosa, Carthamus lanatus* şi altele; dar aceste specii sunt concentrate în habitatele nisipoase, ceea ce poate explica producerea spinilor.

Idioblastele

Sub forma celulelor bogate în amidon, idioblastele pot să apară în țesutul palisadic sau în cel acvifer, ca la: *Sonneratia, Rhizophora, Carapa* şi alte specii de mangrove, precum şi la *Scaevola koenigii.*

[11] Cu toate acestea, la speciile din familia *Chenopodiaceae*, ale căror organe vegetative sunt afectate de policambie, se întâlneşte o cantitate foarte ridicată de lignină, aşa cum vom putea constata în paginile următoare (n. n.).

4. Halofitele şi stresul salin. Trăsăturile histo-anatomice ale halofitelor: efect formativ, adaptare sau răspuns la un factor abiotic exagerat?

Este foarte dificil de răspuns la o asemenea întrebare. Această realitate are, credem, legătură tot cu unele dificultăţi izvorâte din complexitatea şi abordarea atât de diversă a unor aspecte legate de biologia halofitelor.

Stresul ambiental a fost definit în diverse moduri; cel mai adesea este privit ca orice modificare în cadrul condiţiilor de creştere din habitatul natural al plantei, modificare ce perturbă sau întrerupe starea de homeostazie metabolică (Shulaev et al., 2008). Asemenea modificare/modificări în timpul creşterii necesită o reglare a căilor metabolice, care are ca scop dobândirea unei noi stări de homeostazie (Mittler, 2006; Suzuki şi Mittler, 2006).

Salinitatea crescută induce un stres atât hiperionic, cât şi hiperosmotic, care pot avea drept consecinţă moartea plantei (Glenn et al, 1999; Niu et al., 1995; Yeo, 1998). În mod obişnuit, stresul este cauzat de concentraţiile ridicate de Na^+ şi Cl^- din soluţia solului (Hasegawa et al., 2000).

Au existat şi există încă foarte multe preocupări legate de toleranţa la săruri a plantelor, de răspunsul acestora la salinitatea ridicată, de diferitele aspecte legate de stresul salin. Practic, putem afirma, fără riscul de a greşi prea mult, că stresul salin este cel mai intens studiat tip de stres abiotic la plante.

Mare parte din aceste lucrări tratează în principal procesele şi fenomenele celulare, metabolice, moleculare şi genetice, asociate cu răspunsul la stresul salin, unele dintre acestea având probabil funcţie în medierea toleranţei la săruri (Bohnert şi Jensen, 1996; Bohnert et al., 1995; Bohnert şi Bo, 1999; Bressan et al., 1998; Flowers, 1995; Glenn et al., 1999; Holmberg şi Bulow, 1998; Nuccio et al., 1999; Serrano et al., 1999; Shinozaki şi Yamaguchi-Shinozaki, 1996, 1997; Yeo, 1998; Munns, 2002, 2005; Sairam şi Tyagi, 2004; Munns şi Tester, 2008; Bartels Dorothea şi Sunkar, 2005; Zhu, 2001, 2002, 2003; Flowers şi Colmer, 2008). Aceasta pentru a enumera doar câteva din lucrările de acest gen; numărul lucrărilor care pun în discuţie aspecte de toleranţă la săruri sau răspunsuri la stresul salin la anumite specii este practic extrem de mare.

Una din întrebările care se poate pune este dacă halofitele sunt cu adevărat afectate de stresul salin. Conform definiţiei pe care am enunţat-o în rândurile de mai sus, cel puţin pentru categoria halofitelor obligatorii ar însemna că salinitatea ridicată a soluţiei solului să nu constituie un factor stresant, ci mai degrabă unul stimulator. De altfel, chiar şi sintagma de plante *halofile* exprimă, etimologic, afinitatea faţă de săruri şi nu implică nuanţa existenţei unui factor perturbator în creşterea şi dezvoltarea

halofitelor. Însă, poate că pentru celelalte categorii de halofite, conceptul de stres salin să fie mai apropiat de realitățile din teren.

Glicofitele pot fi puse mai uşor în relație cu stresul salin; ele sunt într-adevăr afectate de concentrații ridicate ale salinității, ceea ce ne îndreptăţeşte să considerăm modificările fiziologice, metabolice şi chiar structurale ale acestora ca un răspuns la stresul salin.

Acțiunea sărurilor asupra halofitelor, cel puțin histo-anatomic vorbind, ar trebui considerată mai curând ca având un efect formativ, în sens ecologic-adaptativ. Este clar că adaptările histo-anatomice ale halofitelor au apărut şi s-au perfecționat de-a lungul timpului ca necesitate vitală de a supraviețui în medii hipersaline, acolo unde alte specii, lipsite de astfel de mecanisme, nu au rezistat.

De altfel, comparațiile între halofite şi glicofite scot în evidență diferențe şi mai subtile. Se ştie că halofitele (privite în sens larg) necesită pentru o creştere optimă electroliți (de regulă Na^+ şi Cl^-) în concentrații mai ridicate sau foarte ridicate față de speciile care vegetează pe soluri nesaline. Oricum, valoarea sau intervalul de salinitate la care halofitele răspund optim reprezintă momentan un aspect incomplet elucidat; în general, se consideră că acesta se plasează între 20-500 mM NaCl.

De fapt, plantele pot supraviețui şi creşte în soluri saline datorită reglării osmotice prin compartimentare intracelulară, care sechestrează în vacuolă ionii toxici, departe de citolpasmă, printr-un transport dependent de energie (Binzel et al., 1988; Glenn et al., 1999; Hajibagheri et al., 1987; Niu et al., 1995; Storey et al., 1983; Yeo, 1998). Alte specii de halofite elimină aceşti ioni prin intermediul glandelor şi al perilor, care constituie structuri specializate ce par să fie achiziții evolutive relativ târzii, prin care halofitele au câştigat un pas înaintea glicofitelor.

Reglarea osmotică este dobândită, atât la halofite, cât şi la glicofite, prin acumularea osmoliților în citosolul, lumenul, matricea sau stroma organitelor (Yeo, 1998; Niu et al., 1995).

O diferență majoră între halofite şi glicofite este reprezentată de capacitatea primelor de a face față şocului salin (osmotic). Această abilitate crescută a halofitelor le permite să-şi dobândească mult mai repede starea metabolică permanentă când cresc în medii salinizate (Braun et al., 1986; Casas et al., 1991; Hassidim et al., 1990; Niu et al., 1993). Această capacitate de a răspunde la salinitate şi, într-o oarecare măsură, abilitatea de a redobândi starea metabolică nu sunt limitate numai la halofite; celulele glicofitelor manifestă şi ele capacitatea de a tolera sărurile, demonstrând faptul că impunerea stresului este graduală (Amzallag et al., 1990). Întrebarea care persistă este dacă mecanismele biochimice ale halofitelor

sunt mai bine activate, permițând un răspuns mai rapid şi mai eficient la stresul salin.

Glicofitele restricționează migrarea ionilor către părțile aeriene printr-un control al influxului de ioni în xilemul rădăcinii, în vreme ce halofitele tind mai degrabă să absoarbă Na^+, ceea ce explică de ce rădăcinile au de obicei concentrații mult mai scăzute de NaCl decât restul organelor plantei (Adams et al., 1992).

Se pare că un mare avantaj pe care îl au halofitele față de glicofite nu constă doar într-o partiționare mai ridicată a Na^+, dar şi într-o capacitate de a coordona această partiționare cu procese care controlează creşterea şi fluxul de ioni de-a lungul plasmalemei.

Într-un mediu salin, abilitatea de a absorbi şi limita Na^+ la nivelul frunzelor micşorează potențialul osmotic al părților aeriene ale plantei; în acest mod, absorbția şi transportul apei sunt facilitate, iar costul metabolic pentru producerea osmoliților este micşorat. Din contră, necesitatea unei depozitări vacuolare eficiente a Na^+ cere un cost mai ridicat pentru pomparea H^+ şi, eventual, implică mecanisme suplimentare pentru obținerea nutrienților ionici (în special K^+).

PARTEA A II-A

STUDIUL HISTO-ANATOMIC AL UNOR SPECII DE HALOFITE DIN FLORA MOLDOVEI

1. Material şi metodă de lucru

Materialul biologic luat de noi în studiu este reprezentat de organele vegetative axiale (rădăcină, rizom, tulpină aeriană) şi laterale (frunze) colectate de la plante aflate la deplina maturitate, aparţinând la 26 specii[12]:

	Taxon	Familia	Locul şi data recoltării
1	***Artemisia santonicum* L.**	*Asteraceae*	Valea Ilenei (judeţul Iaşi), septembrie 2005
2	***Aster tripolium* L. ssp. *pannonicus* (Jacq.) Soó**	*Asteraceae*	Cotnari (judeţul Iaşi), august 2005
3	***Lactuca saligna L.***	*Asteraceae*	Crasna (judeţul Vaslui), august 2005
4	***Scorzonera cana* (C. A. Mey.) O. Hoffm.**	*Asteraceae*	Valea lui David, (judeţul Iaşi), august 2006
5	***Lepidium cartilagineum* (J. C. Mayer) Thell. ssp. *crassifolium* (Waldst. & Kit.) Thell.**	*Brassicaceae*	Valea Ilenei (judeţul Iaşi), iunie 2007
6	***Lepidium latifolium* L.**	*Brassicaceae*	Valea Ilenei (judeţul Iaşi), august 2007
7	***Lepidium perfoliatum* L.**	*Brassicaceae*	Valea Ilenei (judeţul Iaşi), iunie 2007
8	***Spergularia media* (L.) C. Presl**	*Caryophyllaceae*	Cotnari (judeţul Iaşi), august 2005
9	***Atriplex littoralis* L.**	*Chenopodiaceae*	Cotnari (judeţul Iaşi), august 2005
10	***Atriplex prostrata* Boucher ex DC**	*Chenopodiaceae*	Valea Ilenei (judeţul Iaşi), septembrie 2005
11	***Atriplex tatarica* L.**	*Chenopodiaceae*	Cotnari (judeţul Iaşi), august 2005
12	***Bassia hirsuta* (L.) Asch.**	*Chenopodiaceae*	Valea Ilenei (judeţul Iaşi), iulie 2006
13	***Camphorosma annua* Pall.**	*Chenopodiaceae*	Valea lui David (judeţul Iaşi), august 2006

[12] Mulţumim şi pe această cale domnului prof. dr. Nicolae Ştefan, domnului cercetător ştiinţific dr. Adrian Oprea şi domnului şef de lucrări dr. Ciprian Mânzu pentru ajutorul oferit în colectarea şi determinarea speciilor investigate.

14	***Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen**	*Chenopodiaceae*	Valea Ilenei (județul Iaşi), septembrie 2005
15	***Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv.**	*Chenopodiaceae*	Valea lui David (județul Iaşi), august 2005
16	***Petrosimonia triandra* (Pall.) Simonk.**	*Chenopodiaceae*	Belceşti (județul Iaşi), august 2006
17	***Salicornia europaea* L.**	*Chenopodiaceae*	Valea Ilenei (județul Iaşi), iulie 2006
18	***Suaeda maritima* (L.) Dumort.**	*Chenopodiaceae*	Valea Ilenei (județul Iaşi), iulie 2006
19	***Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla ssp. *compactus* (Hoffm.) Drobow**	*Cyperaceae*	Valea lui David (județul Iaşi), mai 2007
20	***Carex distans* L.**	*Cyperaceae*	Valea Ilenei (județul Iaşi), mai 2006
21	***Iris halophila* Pall.**	*Iridaceae*	Cârniceni- Iaşi (județul Iaşi), iunie 2006
22	***Juncus gerardi* Loisel.**	*Juncaceae*	Valea lui David (județul Iaşi), august 2005
23	***Trifolium fragiferum* L.**	*Fabaceae*	Mârzeşti (județul Iaşi), iulie 2006
24	***Puccinellia distans* (L.) Parl. ssp. *limosa* (Schur) Jáv.**	*Poaceae*	Valea Ilenei (județul Iaşi), iulie 2006
25	***Plantago schwarzenbergiana* Schur**	*Plantaginaceae*	Valea Ilenei (județul Iaşi), septembrie 2005
26	***Polygonum patulum* M. Bieb.**	*Polygonaceae*	Valea lui David (județul Iaşi), septembrie 2006

În vederea investigării din punct de vedere histo-anatomic, materialul colectat a fost fixat şi conservat în alcool etilic 70º.

Secționarea organelor vegetative s-a realizat manual, folosind microtomul de mână şi briciul botanic. Secțiunile astfel obținute au fost supuse ulterior etapelor „clasice" utilizate pentru investigațiile de histo-anatomie, adică: au fost javelizate cu hipoclorit de sodiu, 20-30 minute, după care s-au spălat cu apă acetică şi apă de robinet; apoi au fost colorate mai întâi cu verde iod (1 minut), spălate într-o baie de alcool etilic 90º, iar apoi cu roşu carmin alaunat (20 minute)[13], spălate cu apă şi, în cele din urmă, fixate în glicero-gelatină.

În majoritatea situațiilor am realizat secțiuni transversale prin organele vegetative, la trei niveluri[14]: inferior, mijlociu şi superior; în alte situații, unde materialul vegetal nu a impus, sau unde am considerat ca fiind nerelevant, am realizat secțiuni doar la un singur nivel, şi anume, cel mijlociu.

[13] În anumite situații, în loc de roşu carmin, am folosit roşu Rutheniu.

[14] Cât priveşte utilitatea efectuării secțiunilor transversale la trei niveluri diferite ale aceluiaşi organ vegetativ, aceasta a fost relevantă mai ales în cazul organelor afectate de policambie (n. n.).

După obținerea preparatelor permanente s-au realizat fotografii la microscopul fotonic NOVEX (HOLLAND), cu o cameră foto digitală Canon A 95, iar acolo unde a fost necesar s-au efectuat desene la microscopul fotonic românesc MC1, cu oglindă de proiecție (Projektionszeichenspiegel).

Pentru a avea o imagine de ansamblu asupra trăsăturilor histo-anatomice ale halofitelor pe care le-am investigat, am tratat şi discutat adaptările caracteristice ca pe un tot unitar: mai întâi organele vegetative subterane, apoi pe cele supraterane, la aceeaşi specie, făcând de fiecare dată trimitere la fotografii şi desene.

Menționăm, cu această ocazie, că întregul material ilustrativ al acestei cărți (imagini color, desene la camera clară) este original.

Am tratat speciile de halofite în ordinea alfabetică a familiilor din care fac parte, nețінând cont de criteriul taxonomic (evolutiv) al acestora.

În lista de mai jos, prezentăm şi abrevierile pe care le-am folosit în planşele cu desene (scheme şi detalii).

b.p. – baza părului tector
c.a – celule anexe
c.ep – celulă epidermică
cl. int – clorenchim intern
c.st – celule stomatice
ct – cuticulă
col – colenchim
el. vasc – elemente vasculare
end – endodermă
ep – epidermă
ep. sup. – epidermă superioară
ep.inf. – epidermă inferioară
fd – feloderm
fg – felogen
f.d. – fața dorsală
f.v. – fața ventrală
lb – liber
lc.md – lacună medulară
lm – lemn
mdv – măduvă
mz – mezofil
ost – ostiolă
par – parenchim
par. asim. – parenchim asimilator
par. cort – parenchim cortical
per – periciclu
p. scr – păr secretor

prd – peridermă

rtd – ritidomă

rzd –rizodermă

sb – suber

sc – scoarță

scl – sclerenchim

st – stomată

tr. – traheide

ţs. acv – ţesut acvifer

ţs.lac. – ţesut lacunos

ţs.psd. – ţesut palisadic

urs – ursini de oxalat de calciu

2. Caracterizarea ecologică şi clasificarea halofitelor luate în studiu

După cum am arătat în paginile anterioare, halofitele reprezintă un grup ecologic heterogen de plante, în care pot fi încadrate mai multe specii, aparţinând la familii botanice diferite, şi adesea populând habitate diverse. Dincolo de aceasta, factorul principal care apropie toate speciile de halofite este salinitatea solului; însoţită cel mai adesea, aşa cum este firesc, şi de alţi factori, dintre care cel mai important ni se pare umiditatea solului; aceste plante caută strategii de adaptare particulare, unele evidente şi relativ facil de interpretat, altele mai puţin expresive din punct de vedere anatomic, pe care nu le putem corela în mod foarte clar cu aceşti factori de mediu.

Problemele legate de definiţia, taxonomia şi, mai ales, clasificarea halofitelor sunt dificile, deoarece implică multe variabile şi paliere complicate ale discuţiei, iar un numitor comun lipseşte actualmente; am pus în discuţie aceste aspecte în lucrările noastre apărute recent (Grigore, 2008a; 2008b).

Este util, totuşi, dincolo de divergenţele de opinie şi de idei care pot să apară, să avem o imagine de ansamblu asupra categoriei ecologice în care pot fi încadrate speciile pe care noi le-am luat în studiu; nu putem oferi caracterizări ecologice largi, exhaustive, deoarece nu este subiectul lucrării de faţă. Am fost mai mulţi interesaţi de două aspecte:

1. să „confirmăm", cu ajutorul adaptărilor hist-anatomice, anumite caracterizări ecologice făcute de alţi autori; în majoritatea cazurilor, cel puţin acolo unde am avut astfel de precizări, am putut face corelaţii logice cu acestea;
2. să facem noi înşine interpretări de natură ecologică, acolo unde relevanţa şi claritatea unor structuri ne-au permis, şi să ne raportăm ulterior la anumite discuţii făcute mai ales de cercetători străini.

Am încercat să reunim aceste aspecte în tabelul de mai jos, în care am inclus, unde a fost posibil, aceste caracterizări, destul de succinte, precum şi clasificarea speciilor luate de noi în atenţie.

Intenţia noastră a fost, deci, de a caracteriza speciile din punct de vedere anatomo-ecologic; după cum se va putea observa, relevanţa unor adaptări este mai ridicată în raport cu factorii de mediu, în timp ce alte trăsături histo-anatomice nu par să fie, cel puţin la prima vedere, asociate în mod clar cu factorul salinitate. Aşa cum se va constata în paginile următoare, aceasta corespunde, de fapt, şi unei păreri pe care am exprimat-o, sub forma unei ipoteze, referitor la adaptările halofitelor: speciile halofile *obligate* (deci adaptate la o salinitate foarte ridicată) prezintă trăsături mai evidente şi mai uşor de corelat cu factorii de mediu, comparativ cu speciile din celelalte grupe de halofite. Considerăm că adaptările halofitelor aparţinând celorlalte categorii pot fi decelate mai clar îndeosebi la nivel celular, metabolic, membranar decât la nivel morfo-anatomic.

	Taxon	Prodan, 1939	Ţopa, 1954	Bucur, 1960-1961	Ciocârlan, 2000
1	***Artemisia santonicum* L.**	I categ.		euhal[15].	xeromez. – mez., hal.
2	***Aster tripolium* L. ssp. *pannonicus* (Jacq.) Soó**	I categ.	hal. obl.	euhal.	mezohigrohal. – higrohal.
3	***Lactuca saligna L.***	II categ.	hal.sup.	euhal.	xeromez., subterm., hal. fac.
4	***Scorzonera cana* (C. A. Mey.) O. Hoffm.**	I categ.	hal. obl.	euhal.	xeromez. – mezohigr., hal.
5	***Lepidium cartilagineum* (J. C. Mayer) Thell. ssp. *crassifolium* (Waldst. & Kit.) Thell.**	I categ.	hal. obl.	euhal.	mez. – mezohigr., hal. fac
6	***Lepidium latifolium* L.**	I categ.	hal. pref.	euhal.	mezohal. – higrohal.
7	***Lepidium perfoliatum* L.**	III categ.	-	-	hal. fac.
8	***Spergularia media* (L.) C. Presl**	I categ.	-	euhal.	hal., mezohigr.
9	***Atriplex littoralis* L.**	I categ.		euhal.	-
10	***Atriplex prostrata* Boucher ex DC**	I categ.	hal. sup.	euhal.	-
11	***Atriplex tatarica* L.**	I categ.	hal. pref.	neohal.	-
12	***Bassia hirsuta* (L.) Asch.**	I categ.	hal. obl.		-

[15] Am folosit abrevierile: I categ. – prima categorie; II categ. – a doua categorie; III categ. – a treia categorie; hal. obl. – halofită obligatorie; hal. pref. – halofită preferantă; hal. sup. – halofită suportantă; euhal. – euhalofită; neohal. – neohalofită; hal. – halofită; xer. – xerofită; mez. – mezofită; higr. – higrofită; mezohal. – mezohalofită; mezohigrohal. – mezohigrohalofită; xerohal. – xerohalofită; xeromez. – xeromezofită.

13	***Camphorosma annua* Pall.**	I categ.	hal. obl.	euhal.	-
14	***Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen**	I categ.	hal. obl.	euhal.	-
15	***Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv.**	I categ.	hal. obl.		-
16	***Petrosimonia triandra* (Pall.) Simonk.**	I categ.	hal. obl.	euhal.	-
17	***Salicornia europaea* L.**	I categ.	hal. obl.	euhal.	mezohal.
18	***Suaeda maritima* (L.) Dumort.**	I categ.	hal. obl.	euhal.	mezohigrohal.
19	***Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla ssp. *compactus* (Hoffm.) Drobow**	II categ.	hal. pref.	neohal.	taxon hal.
20	***Carex distans* L.**	II categ.	hal. pref.	-	mezohigr. hal. fac.
21	***Iris halophila* Pall.**	II categ.	hal. obl.	euhal.	mezohal. – mezohigrohal.
22	***Juncus gerardi* Loisel.**	I categ.	hal. pref.	euhal.	mezohigrohal.
23	***Trifolium fragiferum* L.**	II categ.	hal. pref.	neohal.	-
24	***Puccinellia distans* (L.) Parl. ssp. *limosa* (Schur) Jáv.**	I categ.	hal. pref.	euhal.	-
25	***Plantago schwarzenbergiana* Schur**	I categ.	hal. obl.	euhal.	mezohal.
26	***Polygonum patulum* M. Bieb.**	II categ.	-	-	-

După cum putem observa din acest tabel, speciile pe care le-am supus investigației sunt diferite în ceea ce priveşte spectrul ecologic, demonstrând abilități halofilice diverse față de salinitate, dar şi față de umiditate.

Mai mult decât atât, în unele situații (mai ales în cazul speciilor din familia *Chenopodiaceae*), am introdus, pe parcursul lucrării, şi unele aspecte legate de funcționalitatea fotosintetică a unor țesuturi (*Kranz anatomy*), referindu-ne la fotosinteza de tip C_3 sau C_4. Aceste observații, reduse, desigur, la „simple" observații anatomice sunt foarte interesante şi fascinante, studiul unor asemnea căi metabolice ale fotosintezei fiind în zilele noastre unul din subiectele de avangardă ale biologiei vegetale. Criteriul anatomic este totuşi primul din cele patru care trebuie îndeplinite, pentru a pune „diagnosticul" de plantă având fotosinteza de tip C_4 (Sage, Li şi Monson, 1999).

Din câte cunoaştem, ceea ce am afirmat într-o serie de articole publicate recent (Grigore, 2008b; Grigore şi Toma, 2007a, 2007b, 2008b, 2008c), o facem şi în această carte, în literatura anatomică românească nu s-au făcut până acum referiri asupra structurii de tip *Kranz anatomy*, o problemă deopotrivă importantă şi delicat de abordat în domeniul anatomiei vegetale.

3. Rezultate şi discuţii

Familia *Asteraceae*

Artemisia santonicum L.

Rădăcină, treime inferioară (Fig. 1, 10)

La acest nivel, structura este tipic secundară, rezultată însă numai din activitatea cambiului.

Rizoderma prezintă celule mici şi de forme diferite (Fig. 1), cu peri absorbanţi rari.

Scoarţa este diferenţiată în cele 3 subzone:

– exoderma, unistratificată, cu celule foarte mari, având pereţii subţiri, dar suberificaţi;
– parenchimul cortical, celulozic, cu multe lacune aerifere (Fig. 1);
– endoderma, de tip primar, cu celule mult alungite tangenţial, având vizibile îngroşările Caspary în pereţii radiari.

Aşa cum am arătat într-un articol publicat deja (Grigore, Toma, 2006a), prezenţa endodermei bine dezvoltate la nivelul organelor vegetative axiale, în special la nivelul rădăcinii, are o valoare adaptativă specială. Fahn (1964) şi Ginzburg (1966), studiind în mod special acest aspect la halofitele deşertice, au găsit în rădăcina acestor specii benzile Caspary largi şi îngroşate. S-a sugerat în acest caz, că la plantele care vegetează în habitate unde pătrunderea sărurilor în corpul plantei este facilă, putând periclita existenţa organismului vegetal, „bariera” endodermică este bine conturată. Numai în treacăt menţionăm că unele ipoteze plasează sediul transportului activ de ioni chiar în endodermă (Van Andel, 1953; Steward and Sutcliffe, 1959; Weigl and Luttge, 1962). Nu insistăm asupra rolului global şi complex pe care rădăcina îl joacă în procesele generale ale adaptării plantelor la medii particulare. Am amintit aceste aspecte când am trecut în revistă adaptările halofitelor şi implicaţiile lor ecologice (Grigore, 2008b). Revenind, spunem doar că, atunci când s-a încercat să se compare caracteristicile anatomice ale plantelor care cresc în medii aride sau saline cu cele ale glicofitelor, unul din parametrii urmăriţi, şi cel mai semnificativ, a fost grosimea benzilor caspariene (Poljakkof-Mayber, Gale, 1975). Raportul dintre grosimea benzilor caspariene şi cea a pereţilor tangenţiali din celulele endodermei a variat de la 1 la hidrohalofite, la 0,9-0,8 la xerohalofite, 0,6-0,5 la plantele de dune; la glicofite (plante cultivate) acest raport variază între 0,33 la 0,27. Benzile caspariene din rădăcini conţin

suberine alifatice şi aromatice (Schreiber, 1999), ceea ce face ca endoderma să fie impermeabilă pentru ioni şi soluţii cu o greutate moleculară mare, dar permite o anumită trecere a apei şi a soluţiilor cu greutate moleculară mică. La anumite specii, benzile caspariene acoperă aproape în întregime pereţii radiari ai endodermei, comparativ cu mai puţin de ¼ acoperire a acestor pereţi la glicofitele dicotioledonate (Waisel, 1972).

Aşadar, datorită diferenţierii particulare a peretelui celular şi a trăsăturilor lui ultrastructurale, endoderma caspariană (numită şi de tip primar) este în general privită ca fiind principala barieră a transportului apoplastic pentru absorbţia pasivă a apei şi dizolvarea ionilor din soluţia solului în vasele de lemn localizate în cilindrul central al rădăcinii (van Fleet, 1961). Se ştie că apa cu ionii, care pătrund pasiv din soluţia solului prin pereţii celulari ai scoarţei radiculare către endodermă, trebuie să treacă prin protoplastul celulelor endodermice pentru a ajunge la cilindrul central al rădăcinii (Clarkson şi Robards, 1975). Se creează, practic, o selectivitate la acest nivel, fiind posibilă o separare între nutrienţi şi substanţele nocive (Marschner, 2002). Alte aspecte de miscroscopie electronică demonstrează caracterul de barieră al endodermei. Astfel, s-a arătat că plasmalema este strâns alipită de pereţii radiari în regiunea benzilor caspariene (Bonnett, 1968; Karahara şi Shibaoka, 1992). Atunci când aceste benzi sunt plasmolizate, protoplastul nu se detaşează de această zonă, unde benzile caspariene sunt bine dezvoltate (Bonnett, 1968; Enstone şi Peterson, 1997).

De fapt, implicaţiile endodermei în asigurarea unei toleranţe sporite la săruri sunt mult mai complexe. Aceste modificări ale endodermei sunt în legătură cu ionii, cu absorbţia lor. Se ştie că K^+ joacă un rol cheie în toleranţa plantelor la săruri. Schema „ideală" de rezistenţă la săruri a halofitelor ar fi menţinerea unei concentraţii ridicate de K^+ şi scăzute de Na^+ în celule, numai că aceşti doi ioni sunt în competiţie. Dincolo de multe alte aspecte de biologie moleculară, mai reţinem doar că soluţii cum ar fi cele de Na^+, K^+,Ca^{2+}, Mg^{2+} şi ABA (acid abscisic) se mişcă liber în apoplastul celulelor radiculare şi trebuie să treacă, să străbată benzile caspariene ale endodermei pentru a atinge apoplastul vaselor de xilem.

Şi exodermei, care prezintă, la specia investigată de noi, celule uşor suberificate, i s-a acordat un rol de barieră selectivă în trecerea soluţiei solului prin pereţii celulelor sale. Se pare că celulele straturilor hipodermice (exoderma, în terminologia pe care o folosim noi) pot fi impregnate cu anumiţi compuşi lipofilici şi aromatici. Mai mult, ca răspuns faţă de anumiţi stimuli ambientali, aceste benzi caspariene, de care am amintit mai sus, se pot forma în exodermă, aşa cum apar şi în primul stadiu de dezvoltare a endodermei (Reinhardt şi Rost, 1995; Enstone şi Peterson, 1998). Date suplimentare din literatura de specialitate întăresc ideea că endoderma şi

exoderma joacă rol de bariere în difuzia pasivă a coloranților fluorescenți, a ionilor, a izotopilor şi a markerilor radioactivi (Nagahashi et al., 1974; du Pont şi Leonard, 1977; Sanderson, 1983; Clarkson et al., 1978, 1987; Peterson et al., 1993).

Fireşte că semnificația ecologică a acestor structuri funcționale nu este uşor de descris. Aceasta ar trebui evaluată comparativ cu alte specii (ideal ar fi cu ecotipuri ale aceleiaşi specii, unul sensibil, iar altul rezistent la săruri), şi în cadrul aceleiaşi specii, supusă la salinități diferite; analize chimice ale acestor formațiuni ar putea să certifice, în plus, predominanța substanțelor lipofilice în defavoarea altora.

Cilindrul central începe cu un periciclu unistratificat, parenchimatic, pe care se sprijină 4 fascicule de liber, ce au la exterior (deci în contact direct cu periciclul) câte un cordon relativ gros de fibre sclerenchimatice; lemnul are formă pentagonală în secțiune transversală, de unde rezultă că structura primară a stelului este de tip pentarh (Fig. 1).

Lemnul este masiv, compact, intens lignificat, cu vase atât de origine primară (se observă 4 lame radiare), cât şi de origine secundară, acestea din urmă având diametrul diferit şi fiind dispuse neregulat, între ele aflându-se elemente de libriform (Fig. 1) cu pereți puternic îngroşați şi lignificați; acest lemn secundar a rezultat din activitatea cambiului, care este încă vizibil la fața internă a celor 4 fascicule de liber primar.

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 2, 11)

Aspectul general al structurii rădăcinii rămâne acelaşi, cu deosebirea că cilindrul central este mai gros, cu mai mult lemn secundar, având numeroase vase dispersate neregulat (Fig. 2).

Cordoanele perifloemice de fibre sclerenchimatice sunt groase şi intens lignificate. Endoderma se păstrează de tip casparian.

La periferia scoarței s-a diferențiat deja felogenul, care a format câteva straturi de suber spre exterior şi de feloderm spre interior.

În paralel, pe cea mai mare parte din circumferința rădăcinii se păstrează încă rizoderma şi exoderma, iar pe alocuri se schițează chiar lenticele; din loc în loc se observă încă grupe de peri absorbanți.

Rădăcină – treime superioară (Fig. 3, 12)

La acest nivel rădăcina este mult mai groasă, având mai multe straturi de suber şi lacune aerifere în parenchimul cortical; corpul lemnos este mai gros şi se observă cordoane foarte groase de fibre sclerenchimatice perifloemice (Fig. 3).

Liberul a luat deja forma unui inel sinuos, dar subțire, în secțiune transversală, iar pe alocuri se observă formarea de rădăcini laterale pe cale endogenă.

Endoderma, deşi greu vizibilă, se menține tot de tip casparian, celulele fiind vizibil turtite radiar şi mult alungite tangențial.

Gradul de sclerificare şi lignificare a vaselor de lemn, fibrelor libriforme şi a elementelor ce formează cordoanele de sclerenchim perifloemic este mult mai puternic decât la nivelurile anterior analizate.

Tulpină – treime superioară (Fig. 4, 5, 13)

Structura se caracterizează prin următoarele trăsături:

- epiderma s-a exfoliat în cea mai mare parte (Fig. 4);
- inelul de suber este gros (Fig. 4 şi 5);
- endoderma este de tip casparian;
- cordoanele perifloemice de fibre sclerenchimatice s-au fragmentat, având formă şi mărime diferite; în grosimea liberului secundar se observă multe fibre sclerenchimatice, inelul de lemn secundar este foarte gros, cu foarte mult libriform şi fragmentat pe alocuri de raze parenchimatic-celulozice;
- măduva este subțire, unele din celule având pereți lignificați, ca şi cele ale zonei perimedulare.

Tulpină – treime mijlocie (Fig. 6, 7, 14)

Conturul secțiunii transversale este circular.

Epiderma prezintă celule alungite tangențial, cu peretele extern mai gros decât ceilalți şi cutinizat (Fig. 7).

Pe seama unui strat cortical hipodermic se diferențiază felogenul, care formează câteva (2-4) straturi de suber tipic şi mai puține (1-2) straturi de feloderm (Fig. 6).

Colenchimul este redus la câteva cordoane hipodermice subțiri.

Endoderma se menține de tip casparian, atât între fascicule, cât şi la fața lor externă (Fig. 7).

Cordoanele mecanice perifloemice sunt foarte groase, având fibre puternic sclerificate şi intens lignificate (Fig. 7).

Țesuturile conducătoare sunt de tip inelar: un inel extern subțire şi sinuos de liber secundar şi un inel mult mai gros intern de lemn secundar, în care vasele sunt dispersate neregulat şi au diametru diferit, fiind separate de o cantitate mare de elemente libriforme, cu peretele gros şi intens lignificat.

Lemnul primar este încă vizibil şi proemină adânc în măduvă.

Tulpină – treime inferioară (Fig. 8, 9**)**

Conturul secțiunii transversale este circular-costat, cu coaste proeminente.

Epiderma prezintă celule izodiametrice, mai mici în coaste, unde au şi peretele extern mai gros, acoperit de o cuticulă groasă. Din loc în loc se observă stomate.

Scoarța este relativ subțire, cuprinzând cordoane de colenchim în coastele mai proeminente şi zone de parenchim asimilator în rest.

Cilindrul central este foarte gros şi are deja structură secundară, rezultată din activitatea cambiului.

Țesuturile conducătoare formează mai multe (8-10) fascicule libero-lemnoase de tip colateral, toate având câte un cordon foarte gros de fibre sclerenchimatice la periferia liberului (Fig. 8). Aceste fibre au pereții extrem de groşi şi intens lignificați.

Liberul cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim liberian, toate cu pereții vizibil colenchimatizați; în plus, în grosimea liberului se observă şi puține elemente sclerenchimatice cu pereții lignificați, dar slab îngroşați.

Lemnul primar proemină în măduvă şi are şirurile de vase separate de puține celule de parenchim celulozic.

Lemnul secundar cuprinde vase dispersate neregulat şi separate de mult libriform, ale cărui elemente au pereții puternic îngroşați şi lignificați.

Razele medulare dintre fascicule sunt sclerificate şi lignificate, astfel încât împreună cu lemnul fasciculelor conducătoare formează un inel continuu, sinuos, inel care la fața externă vine în contact şi cu cordoanele perifloemice de fibre sclerenchimatice, doar că are elemente cu pereți moderat îngroşați şi lignificați.

Măduva este relativ subțire, parenchimatic-celulozică, de tip meatic (Fig. 9).

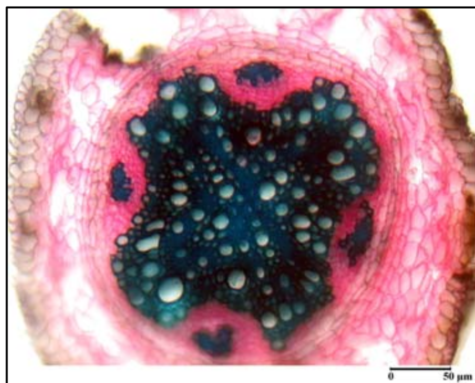


Fig. 1



Fig. 2

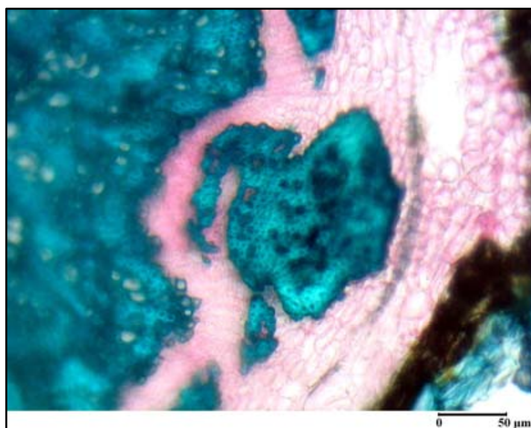


Fig. 3

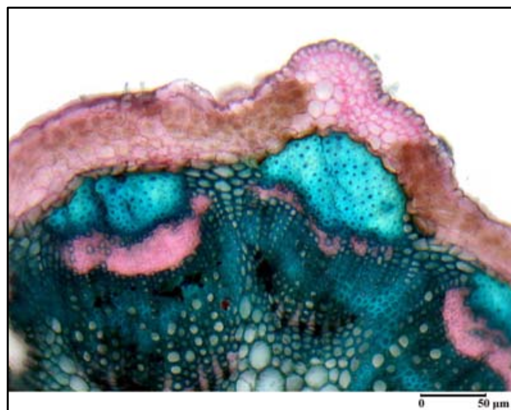


Fig. 4

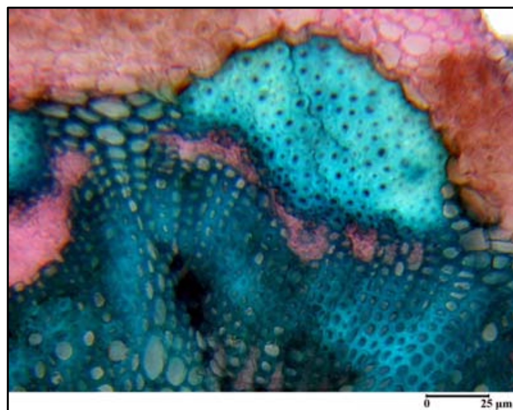


Fig. 5

Artemisia santonicum. Secțiuni transversale prin rădăcină – treime inferioară (Fig. 1), treime mijlocie (Fig. 2) şi treime superioară (Fig. 3) şi prin tulpină, treime superioară (Fig. 4,5).



Fig. 6

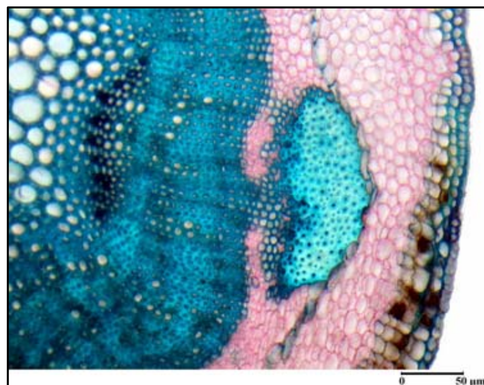


Fig. 7



Fig. 8

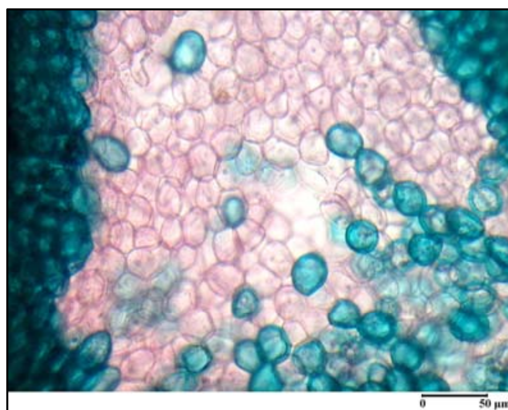
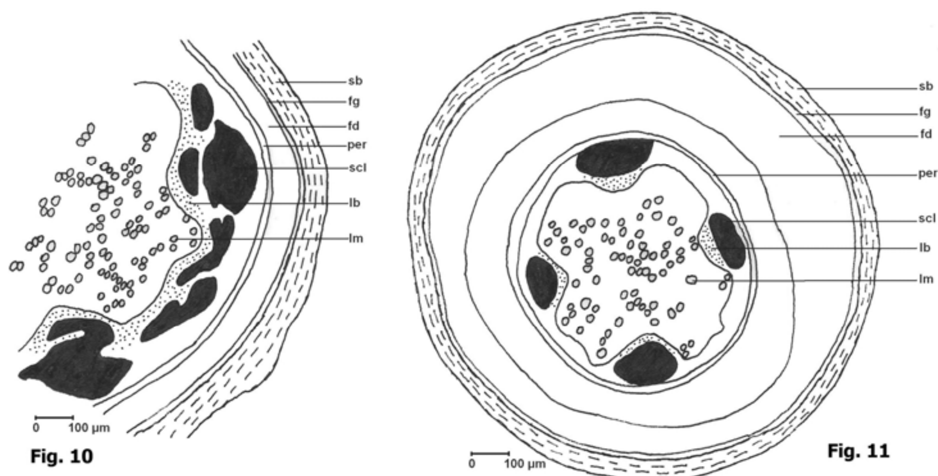
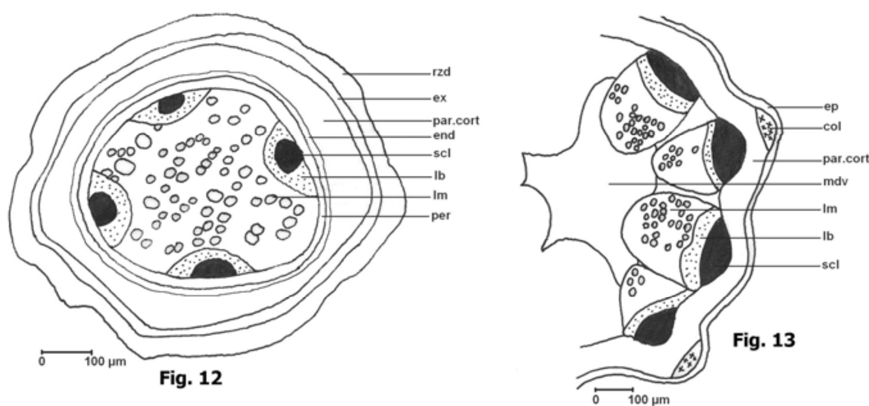
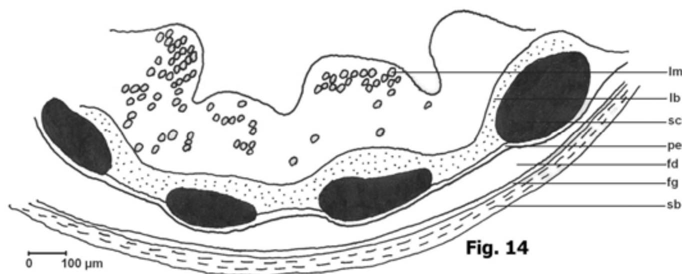


Fig. 9

Artemisia santonicum. Secţiuni transversale prin tulpină, treime mijlocie (Fig. 6, 7) şi treime inferioară (Fig. 8, 9).







Artemisia santonicum Secțiuni transversale prin rădăcină – treime inferioară (Fig. 10), treime mijlocie (Fig. 11), treime superioară (Fig. 12) şi prin tulpină, treime superioară (Fig. 13) şi treime mijlocie (Fig. 14) (scheme).

Frunza (Fig. 15-19)

Conturul secțiunii transversale prin limb este eliptic-lobat (Fig. 17).

Epiderma prezintă celule izodiametrice, cu peretele extern foarte gros, dar acoperit de o cuticulă subțire (Fig. 15). Din loc în loc se observă stomate, localizate la acelaşi nivel cu celulele epidermice.

Mezofilul este în totalitate de tip palisadic, format din 2 (3) straturi de celule înalte şi foarte apropiate între ele (Fig. 15 şi 18). Țesuturile conducătoare formează 4-5 fascicule libero-lemnoase, dintre care cel median este foarte mare şi se sprijină de cele două epiderme prin intermediul unor stâlpi de celule parenchimatice incolore; alte două laterale sunt mai mici, iar cele intermediare, foarte mici (adesea numai cu elemente liberiene). Toate fasciculele sunt înconjurate de câte o teacă parenchimatică formată din celule mari, izodiametrice, incolore. Fasciculul median prezintă liberul format din tuburi ciuruite şi celule anexe cu pereții mai mult sau mai puțin colenchimatizați, iar lemnul alcătuit din şiruri radiare de vase, separate de celule de parenchim lemnos celulozic (Fig. 16 şi 17).

Toate celulele parenchimatice ale stâlpilor hipodermici din dreptul fasciculului median şi ale tecilor perifasciculare reprezintă tot atâtea elemente acvifere caracteristice unor plante de sărătură (Chermezon, 1910) (Fig. 16). Planta a fost, într-adevăr, colectată de pe un ochi de sărătură uscat. De altfel, şi reducerea suprafeței foliare, în vederea micşorării intensității transpirației, este tot o xeromorfoză (Şennikov, 1950). Această structură foliară corespunde tipului fotosintetic C_3 (Frey şi Kürschner, 1983).

Această specie este în general mezo- către xerofilă, mezotermă, heliofilă, puternic şi foarte puternic euhalofilă (Bucur şi colab., 1960); poate vegeta pe soluri salifere şi sărături care se usucă vara la suprafață. Şerbănescu (1965) apreciază că specia este legată de soluri cu o salinizare medie până la slabă, şi anume de soluri care fac tranziția de la solonceacuri la soloneţuri; acelaşi autor încadrează specia în asociații vegetale de tip sulfatic.

Este interesant de subliniat, de altfel, că s-a făcut legătura între sărurile de sulf şi halofite care acumulează sulfați, numite sulfato-halofite, la care este mai bine exprimată o haloxeromorfie (Atanasiu, 1984).

Prodan (1922) afirma că, pe lângă factorul sol, şi razele solare influențează dezvoltarea şi „întreținerea” acestei specii; ele au un efect favorabil, facilitându-i dezvoltarea. Acesta este motivul pentru care planta este răspândită în terenuri libere.

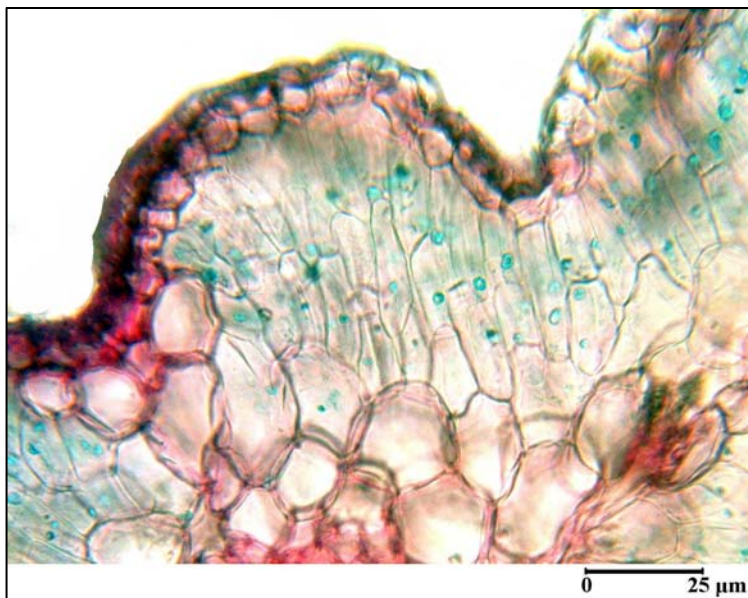
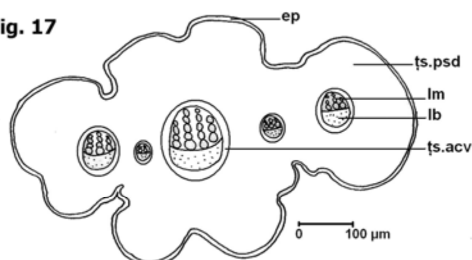


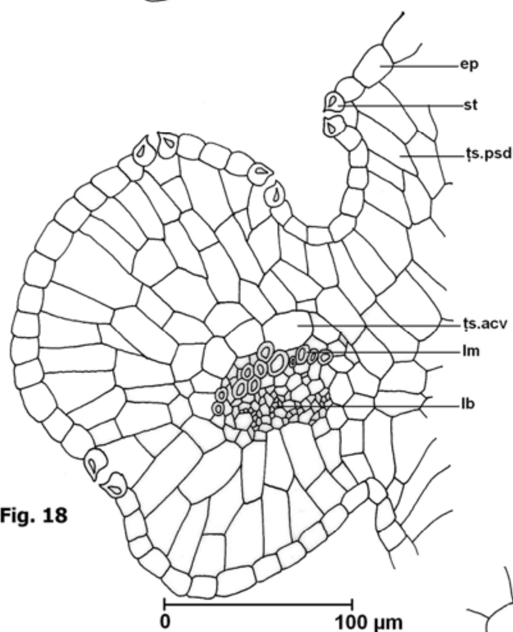
Fig. 15

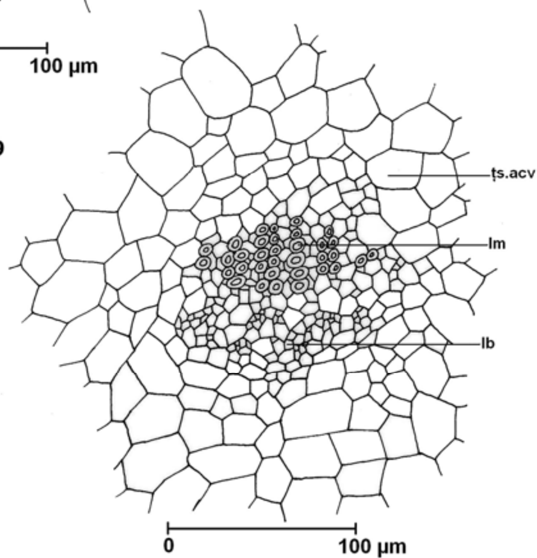


Fig. 16

Artemisia santonicum. Secțiuni transversale prin limbul foliar (Fig. 15-16).







Artemisia santonicum. Secţiuni transversale prin limbul foliar, schemă (Fig. 17) şi detalii (Fig. 18, 19).

Aster tripolium L. ssp. *pannonicus* (Jacq.) Soo

Rădăcină – treime inferioară

În treimea inferioară a rădăcinii putem evidenția următoarele caracteristici:

- în scoarța primară sunt prezente numeroase şi foarte mari cavități aerifere;
- fibrele sclerenchimatice din grosimea inelului de liber secundar au pereții foarte puternic îngroşați şi intens lignificați.

Corpul lemnos central are vase mai numeroase pe unitatea de suprafață şi libriform mai puternic sclerificat; în zona axială a corpului lemnos central se observă 4 fascicule de lemn primar, unite la centru prin vase de metaxilem şi separate de câteva celule mari de parenchim lemnos celulozic; aşadar, structura primară a stelului este de tip tetrarh.

Rădăcină – treime superioară

Structura secundară rezultă din activitatea ambelor meristeme laterale: cambiul şi felogenul.

Scoarța secundară şi cea primară sunt asemănătoare cu cele din rizom.

Cilindrul central cuprinde:

- un inel subțire de liber secundar, având structura celui din rizom;
- un corp lemnos central compact (deci lipsit de măduvă), în care vasele sunt de diametru diferit şi dispersate neregulat în masa fundamentală de libriform (cu fibre având pereții îngroşați, dar slab lignificați).

În grosimea corpului lemnos central se observă numeroase raze medulare, mai adesea uniseriate, parenchimatic-lignificate, cu celule alungite radiar.

Rizomul (Fig. 20, 21, 26)

Structura este tipic secundară, rezultată din activitatea ambelor meristeme laterale: felogenul şi cambiul.

Felogenul se diferențiază pe seama unui strat cortical extern, producând un mare număr de straturi de suber (Fig. 26), ce se exfoliază treptat şi un număr mai mic de straturi de feloderm, care reprezintă un parenchim celulozic tipic. Celulele de suber au pereții subțiri, dar intens suberificați. Pe alocuri sunt vizibile lenticele, cu un bogat țesut de umplutură.

Scoarța primară este parenchimatic-celulozică, cu celule mari, ce lasă între ele meaturi şi lacune aerifere (Fig. 20); acestea din urmă sunt o trăsătură comună şi altor halofite, cum ar fi speciile de *Juncus*, una investigată şi de noi, dar şi speciile de *Spartina* (Waisel, 1972). Într-un studiu anterior (Grigore şi Toma, 2006a) am discutat valoarea adaptativă a aerenchimului la unele specii de halofite; unii autorii sunt de părere că ar fi

o caracteristică a scoarței plantelor mai în vârstă. O situație similară este sugerată şi în cazul plantelor din pădurile numite mangrove, la care scoarța tulpinilor bătrâne devine lacunară, servind ca țesut aerifer,iar asemenea țesuturi devin mult dezvoltate în părțile inferioare ale tulpinii (Mullan, 1932, cit. de Waisel, 1972). S-ar putea să fie vorba de un fenomen de convergență, în sensul că plante având conjugați, în acest caz, ca factori ecologici salinitatea şi umiditatea să dezvolte, firesc, strategii adaptative comune.

Existența şi rolul acestor lacune aerifere credem că sunt în concordanță cu factorii locali de mediu. Se ştie că un sol salin este unul cu un regim defectuos în ceea ce priveşte circulația aerului şi a apei; când este umed devine mocirlos, iar când se usucă crapă (Davidescu et al., 1981). Fie că este uscat sau umed, un sol sărăturat oferă condiții aproximativ similare prin efectele lor asupra plantelor. În ambele cazuri plantele suferă de „secetă fiziologică”, deoarece Na^+ are o capacitate de hidratare mai mare decât a altor ioni, ceea ce explică faptul că reținerea apei este mai mare, chiar dacă sărătura este umedă. De aceea, întotdeauna, cel puțin parțial , un stress salin este şi un stress hidric, şi invers. În plus, sodiul şi clorul sunt, din punct de vedere biologic, „osmoliți agresivi”, inducând concomitent, prin trăsăturile lor, un stress salin, unul ionic şi unul de deshidratare (Schulze, 2001). Dar, prezența bine conturată a aerenchimului, cel puțin la *Aster tripolium*, se poate explica prin faptul că este o halofită de sărături umede (Prodan, 1922; Prodan, 1939; Bucur şi colab., 1960; Şerbănescu, 1965), unde se poate produce chiar o oarecare băltire, ceea ce atrage după sine o altă componentă a stressului global, şi anume condițiile de hipoxie care pot să se exprime la nivelul părților subterane ale plantei. Aerenchimul este mai dezvoltat la plantele care cresc în locuri inundate decât la cele care cresc în habitate mai bine aerate (Waisel, 1972). Plantele afectate de băltire sunt supuse deci hipoxiei sau chiar anoxiei şi stochează oxigen în aerenchimul din rădăcini sau din tulpini (Kozlowski, 1997; Schulze, 2001). Hipoxia produce un potențial redox negativ al solului şi poate provoca, în final, modificarea pH-ului către alcalin (Schulze, 2001). În toată această înlănțuire de procese intervine şi etilena, ca fitohormon implicat în reacția plantei la stres. Etilena induce, prin intermediul aşa-numitelor „programmed cell death” (PCD) (Schulze, 2001) şi formarea aerenchimului, care din punct de vedere histologic se traduce prin separarea şi dezintegrarea celulelor, urmată de lărgirea spațiilor între celulele colapsate (Esau, 1965). Fireşte, întregul mecanism, complex şi subtil, nu este încă pe deplin înțeles. Aceasta este o dovadă în plus că influența factorilor de mediu asupra plantelor este plurifactorială, conjugată şi foarte greu de surprins în complexitatea ei.

Oricum, formarea aerenchimului este o adaptare generală la plantele ale căror organe subterane, mai ales, sunt supuse unor condiții de umiditate

sporită, ceea ce poate însemna, adesea, condiții de băltire (inundare temporară). Această adaptare a fost pusă uneori în discuție de anumiți autori (Cooper, 1982; Justin şi Armstrong, 1987). Un studiu foarte recent (Colmer şi Flowers, 2008) arată că băltirea este un factor de mediu variabil, care însoțeşte salinitatea. Organele supuse acestui tip de stres suferă ca urmare a reducerii oxigenului şi deficitul de energie rezultat de aici poate compromite procesele esențiale implicate în toleranța la salinitate. Toleranța halofitelor (ca şi a glicofitelor) este adesea asociată cu formarea rădăcinilor adventive, cu formarea aerenchimului, combinate cu trăsături care contribuie la aerarea internă (Armstrong, 1979; Colmer, 2003), corelate şi cu toleranța la anoxie în țesuturi (Gibbs şi Greenway, 2003). Deşi s-a demonstrat că formarea aerenchimului la halofite este asemănătoare cu cea a glicofitelor, este clar că această capacitate de a dezvolta spații aerifere largi este mai ridicată la speciile din regiunile inundate. Studiul extensiv al lui Justin şi Armstrong (1987) a evidențiat faptul că la halofitele din habitate lipsite de umiditate pronunțată („non-wetland”, orig.), porozitatea rădăcinii[16] a fost de circa 2-4%; la halofite intermediare („intermediate”, orig.) a fost de circa 2-23%, iar la higro-halofite („wetland” halophytes) a fost de circa 3-33%, în vreme ce la *Phragmites australis* , de circa 52%.

Mecanismul adaptării plantelor la condiții de băltire este deosebit de complex şi de interesant. Suntem interesați să punem în relație spectrul ecologic al unei halofite cu adaptările acesteia, şi invers. Iar dacă mai mulți factori sunt corelați şi reclamă adaptări convergent-corelate ale plantelor, atunci lucrurile se complică şi mai mult. Am prezentat cu altă ocazie viziunea noastră asupra adaptărilor polimorfe ale halofitelor, ca urmare a acțiunii mai multor factori ecologici (Grigore şi Toma, 2008c).

Mai trebuie spus că, pe lângă formarea aerenchimului, mai există şi alte trăsături care sporesc capacitatea pentru difuzia longitudinală a oxigenului în rădăcină (diametrul rădăcinii, numărul rădăcinilor laterale, volumul relativ al cilindrului central şi *bariera împotriva pierderii radiare a oxigenului*[17]). De mare actualitate este ultimul aspect enunțat, şi anume bariera împotriva pierderii radiare a oxigenului, care se referă, în linii mari, la trecerea oxigenului din aerenchim înapoi în sol. Fără a intra în alte detalii, spunem doar că ROL (radial oxygen loss) poate reduce substanțial aprovizionarea cu O_2 la nivelul vârfului rădăcinii, estimându-se chiar pierderi de 30-40% din oxigenul stocat în aerenchimul rădăcinii.

[16] Aerenchimul este definit ca volum de gaz/unitate de volum a rădăcinii (Colmer şi Flowers, 2008).
[17] Barrier to radial O_2 loss (ROL) (engl.).

Bariere împotriva acestui fenomen (ROL) sunt prezente în straturile exterioare aerenchimului radicular, la nivelul zonelor bazale ale rădăcinilor multor specii ce vegetează în habitate cu umiditate sporită. De pildă, o specie de halofite, tolerantă şi la condiţiile de băltire, cum este *Hordeum marinum*, formează o barieră împotriva ROL atunci când vegetează în medii stagnante, deficitare în O_2 (Garthwaite et al., 2003); în rădăcinile sus-amintitei specii, această barieră este constituită din depozite de suberină în pereţii celulelor stratului hipodermic (exoderma) (Garthwaite et al., 2008); asemenea depozite se pare că sunt implicate şi în formarea unei bariere împotriva ROL la *Phragmites australis* (Soukup et al., 2007).

Pentru noi, asemenea observaţii sunt deosebit de utile şi de interesante. Dacă mai sus vorbeam despre endodermă, pe care am evidenţiat-o şi am pus-o în discuţie, iată că acum vorbim despre alt tip de barieră, în alt context şi în corelaţie cu alt factor ecologic, umiditatea solului. Şi, ca o constantă comună, impregnările cu suberină.

Stratul cel mai intern al scoarţei reprezintă o endodermă de tip primar, cu celule alungite tangenţial, având vizibile îngroşările Caspary în pereţii lor radiari.

Cambiul produce un inel extern subţire de liber secundar şi un inel foarte gros de lemn secundar; ambele inele sunt străbătute de raze medulare parenchimatic-lignificate, de lărgime diferită, cele mai multe fiind pluriseriate.

Inelul de liber secundar (Fig. 21) cuprinde o zonă internă subţire cu elemente conducătoare (tuburi ciuruite şi celule anexe) şi o zonă externă mult mai groasă, în care predomină parenchimul liberian şi în care se află dispersate numeroase grupe (cordoane) de elemente sclerenchimatice cu pereţii îngroşaţi şi intens lignificaţi , care susţin această scoarţă lacunară, cum se poate întâlni şi la *Rhizophora*, plantă tipică de mangrove (Waisel, 1972).

Inelul de lemn secundar este complet lignificat, în grosimea lui fiind dispersate vase de diametru diferit, solitare sau grupate în şiruri radiare, continue sau discontinue. Masa principală a lemnului secundar este reprezentată de libriform (fibre lemnoase cu peretele moderat îngroşat şi lignificat). Razele medulare au celule mult mai mari decât fibrele lemnoase (pe secţiuni transversale), sunt alungite radiar şi au pereţii puţin îngroşaţi şi lignificaţi; aceste raze rămân parenchimatic-celulozice în partea internă a inelului de lemn secundar.

La faţa internă a inelului de lemn secundar se observă bine lemnul primar, de tip fascicular, ale cărui vase sunt separate de celule de parenchim lemnos celulozic.

Măduva este groasă, parenchimatic-celulozică, cele mai multe celule conţinând ursini de oxalat de calciu.

Tulpină aeriană – treime superioară (Fig. 22, 27)

Conturul secțiunii transversale este circular-costat, cu coaste rotunjite, separând valecule largi şi puțin adânci.

La acest nivel al tulpinii, structura este tipic primară.

Epiderma prezintă celule izodiametrice (Fig. 22), cu pereții intern şi, mai ales, extern puternic îngroşați; peretele extern este acoperit de o cuticulă relativ groasă şi crenelată; din loc în loc se observă stomate. Chermezon (1910) semnala, din contră, prezența unei cuticule fine la indivizi de la plante laterale.

Scoarța primară este parenchimatic-celulozică (Fig. 22), cu celulele straturilor externe (1-2) de tip palisadic. În dreptul unor valecule se observă cordoane de colenchim angular, care se întind de la epidermă până la fasciculele conducătoare.

În grosimea scoarței primare sunt vizibile atât meaturi, cât şi lacune aerifere mari. Prezența acestor lacune aerifere a fost pusă în evidență şi de Chermezon (1910), ca o caracteristică a speciei care vegetează în locuri mai umede şi sărate, fiind considerată totodată şi o trăsătură de plantă palustră, spre deosebire de indivizii mai mici, de mlaştini sărate, la care aceste canale aerifere lipsesc.

Trăsături similare (țesut palisadic în stratul hipodermic, lacune aerifere în scoarță) au fost evidențiate şi la o altă specie de halofite, de mlaştini sărate, şi anume la *Aster tenuifolius* (Anderson, 1975).

Scoarța nu se termină cu o endodermă de tip special.

De altfel, trebuie spus că trăsăturile anatomice ale acestei specii atestă intima corelație a acestora cu factorii staționali de mediu. Vorbim de o higrohalofită, fiind o specie de la net la puternic alcalinofilă şi de la potrivit la foarte puternic euhalofită (Bucur şi colab., 1960). Reprezintă, conform aceluiaşi autor, un ecotip de fâneață şi de păşune de sărătură umedă, de luncă, rar de coastă; indică lăcovişti salinizate, permanent sau temporar umede şi pe cale de salinizare continuă de la suprafață înspre adâncime. Din activitatea pe care am desfăşurat-o pe teren nu am întâlnit-o decât în habitate umede.

Şerbănescu (1965) a încadrat-o în asociațiile clorurice, fiind legată de o salinitate moderată şi de un pH de aproximativ 6,5; este, cu alte cuvinte, o specie de mlaştini sărate.

Prodan (1922) afirma că este cea mai comună specie de *Aster* care apare în terenuri umede sărate. „Înconjură mocirlele şi bălțile permanente şi provine mai mult numai pe marginea acelora”.

Cilindrul central cuprinde un număr de 15-16 fascicule conducătoare libero-lemnoase de tip colateral deschis, unele mai mici, dar cele mai multe

mari, toate având la periferia liberului câte un cordon gros de fibre sclerenchimatice cu pereții moderat îngroşați şi slab lignificați (Fig. 22).

Fasciculele conducătoare prezintă liberul format din tuburi ciuruite şi celule anexe şi lemnul având vase dispuse adesea în şiruri radiare, separate de celule de parenchim lemnos celulozic.

Razele medulare dintre fascicule sunt largi, celulele lor având pereții uşor îngroşați şi lignificați la nivelul lemnului.

Măduva este relativ subțire, parenchimatic-celulozică, celulele din zona axială sunt dezorganizate, rezultând o cavitate aeriferă de contur neregulat.

Tulpină aeriană – treime mijlocie (Fig. 23)

Conturul secțiunii transversale devine aproape circular.

Structura se menține în general asemănătoare cu cea de la nivelul mai sus analizat, cu următoarele deosebiri:

- în scoarța hipodermică, evidențiată încă de Brick (cit. de Chermezon, 1910) ca având celule rotunjite, se mai observă celule palisadice; sclerificarea şi lignificarea sunt mai intense, atât la nivelul cordoanelor perifloemice de sclerenchim, la nivelul lemnului, cât şi la nivelul razelor medulare interxilemice (Fig. 23);
- procambiul s-a transformat în cambiu, care a produs deja câteva elemente de liber secundar şi mai multe de lemn secundar, în acesta din urmă predominând libriformul.

Lemnul primar rămâne vizibil, cu celule de parenchim celulozic între vase.

Tulpină aeriană– treime inferioară (Fig. 24, 25, 28)

Structura este tipic secundară, dar rezultată numai din activitatea cambiului.

Epiderma este acoperită de o cuticulă crenelată; stomatele proemină vizibil deasupra epidermei.

În scoarță lipsesc cordoanele de colenchim, iar lacunele aerifere sunt numeroase şi mari (Fig. 24).

Lemnul tuturor fasciculelor conducătoare şi razele medulare (sclerificate şi lignificate) dintre ele formează un inel continuu, în timp ce liberul rămâne de tip fascicular, înconjurat astfel complet de elemente sclerificate şi lignificate.

În lemnul secundar predomină libriformul, în care sunt dispersate dezordonat sau sunt dispuse în şiruri radiare puține vase.

În multe fascicule se observă clar lemnul primar, cu şirurile de vase separate de parenchim lemnos celulozic (Fig. 25).

Măduva este compactă, multe din celule conținând ursini de oxalat de calciu.

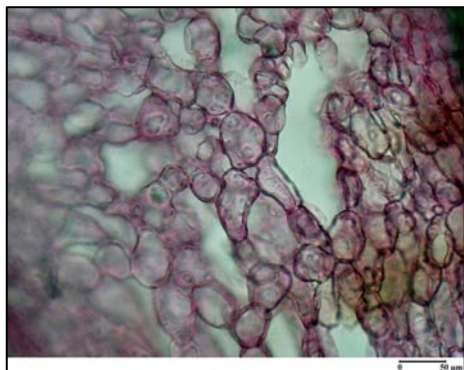


Fig. 20

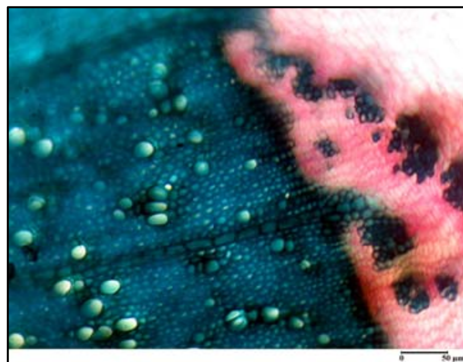


Fig. 21

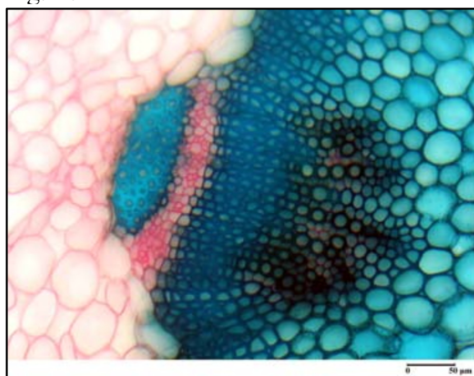


Fig. 22

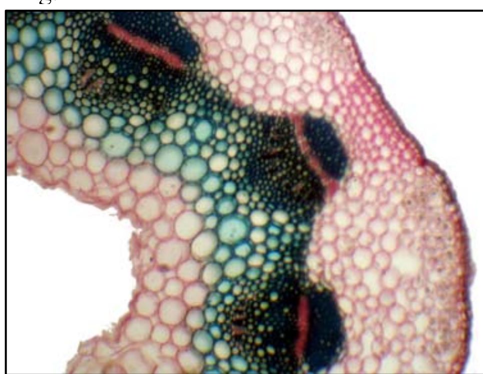


Fig. 23

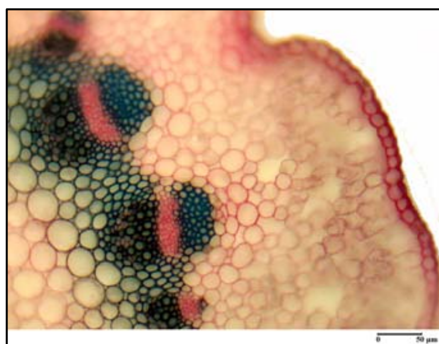


Fig. 24

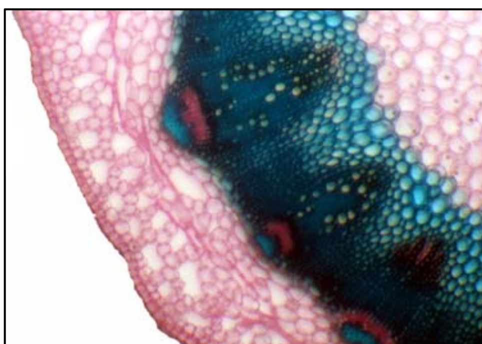


Fig. 25

Aster tripolium. Secțiuni transversale prin rizom (Fig. 20, 21) şi prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 22), mijlocie (Fig. 23) şi treime inferioară (Fig. 24, 25).

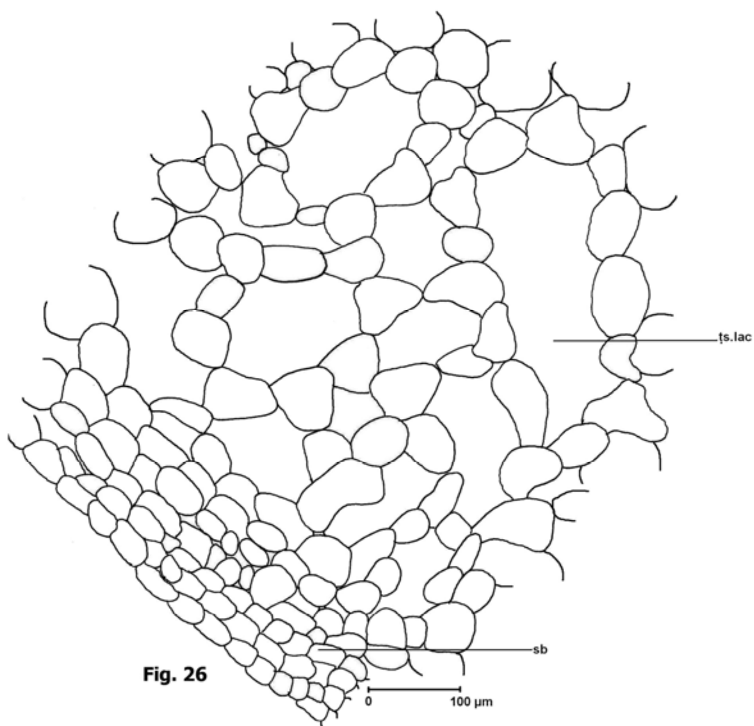


Fig. 26

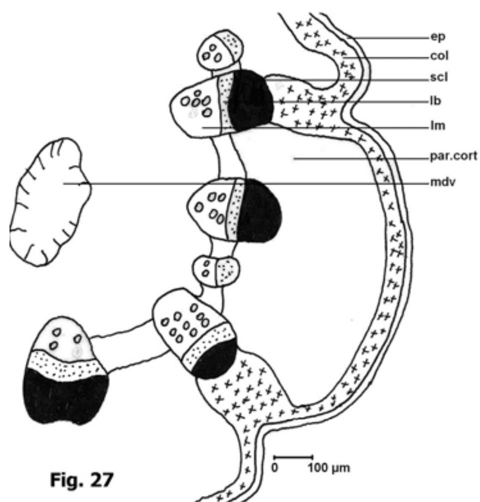


Fig. 27

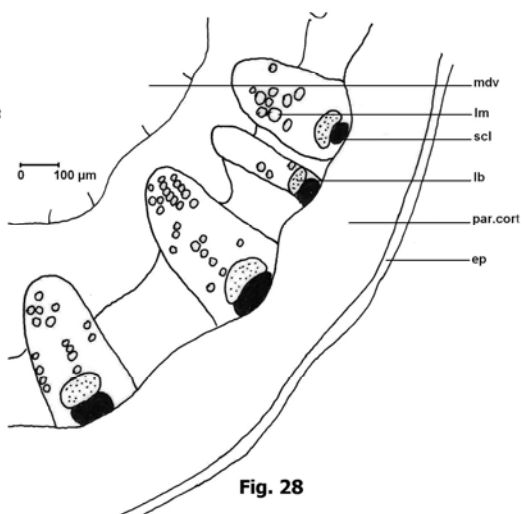


Fig. 28

Aster tripolium. Secțiune transversală prin rizom: detaliu (Fig. 26). Secțiune transversală prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 27) şi treimea inferioară (Fig. 28): scheme.

Frunza

Pețiolul (frunză bazală)

Conturul secțiunii transversale este semicircular, cu fața adaxială plană.

Epiderma prezintă celule izodiametrice, cu peretele extern mai gros decât ceilalți şi acoperit de o cuticulă crenelată (Fig. 30).

Stratul hipodermic este colenchimatizat (Fig. 30).

Parenchimul fundamental este de tip celulozic şi meatic; pe alocuri se observă lacune aerifere relativ mari (Fig. 30, 42).

În parenchimul fundamental sunt vizibile 5-6 fascicule conducătoare libero-lemnoase de tip colateral deschis dispuse pe un arc, cele marginale fiind mai mici.

Toate fasciculele au structură primară şi prezintă atât la fața externă a liberului, cât şi la cea internă a lemnului câte un cordon gros de celule colenchimatizate (Fig. 29).

Limbul (frunză bazală)

Epiderma văzută de față este formată din celule de contur poligonal, cu pereți laterali drepți sau uşor curbați; din loc în loc se observă stomate de mai multe tipuri: anizocitic, tetracitic şi anomocitic (Fig. 31, 32, 45).

La marginile limbului se observă peri tectori lungi, pluricelulari, uniseriați, aplicați aproape paralel cu țesutul protector (Fig. 46 şi 48).

Stomatele sunt prezente în ambele epiderme (dar mai numeroase pe unitatea de suprafață în epiderma inferioară) (Fig. 47), deci limbul este amfistomatic.

În secțiune transversală – treime superioară, nervura mediană proemină foarte puțin la fața inferioară, cuprinzând un singur fascicul conducător libero-lemnos, cu structură primară, lipsit de elemente colenchimatizate la cei doi poli (Fig. 33 şi 43). Nervurile de ordin inferior nu proemină peste nivelul epidermei şi au fascicule cu elemente conducătoare foarte puține.

Ambele epiderme au celule uşor alungite tangențial şi acoperite de o cuticulă subțire. În ambele epiderme se observă stomate (Fig. 34).

Mezofilul este slab diferențiat în țesut palisadic, cu celule joase, la fața superioară şi țesut lacunos la fața inferioară; pe alocuri, şi celulele hipodermice de la fața inferioară sunt de tip palisadic, dar mult mai joase (Fig. 34, 44).

O astfel de structură este mai degrabă de tip omogen, bifacială, inegal heterofacială.

În **treimea mijlocie**, nervura mediană proemină mai puternic la fața inferioară, având un fascicul conducător mai mare (Fig. 35). În rest, structura este aceeaşi ca şi în treimea bazală a limbului (Fig. 36).

În **treimea inferioară (frunză bazală),** nervura mediană proemină mai vizibil la fața inferioară şi puțin la fața superioară, având sub epiderma abaxială (inferioară) câteva straturi de celule de colenchim (Fig. 37, 38, 39).

Cuticula este mai groasă pe ambele fețe ale limbului (Fig. 40), iar mezofilul este tipic omogen, cu celule izodiametrice; deci limbul are o structură bifacială izofacială.

Cât priveşte mult discutata problemă a suculenței unor plante de sărătură (referindu-ne la specia *Aster tripolium*, ca şi Chermezon, 1910; Țopa, 1954; Rațiu Flavia şi Nicolau Magdalena, 1967 ş. a.,) ca rezultând îndeosebi din puternica dezvoltare a celulelor din țesutul acvifer, nu putem afirma cu tărie prezența acestui caracter de halosuculență la specia investigată de noi. Credem că aceasta trebuie privită ca un rezultat conjugat al factorilor de mediu şi nu extrapolată decât cu foarte multă prudență ca fiind un caracter relativ universal al halofitelor (Jennings, 1968).

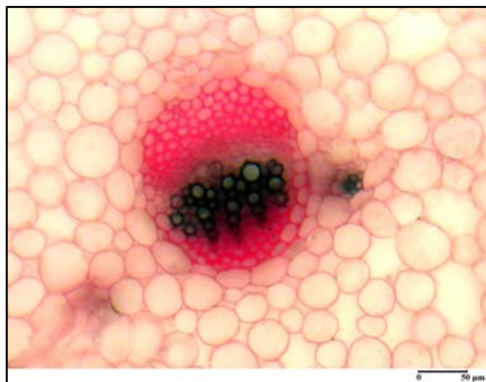


Fig. 29

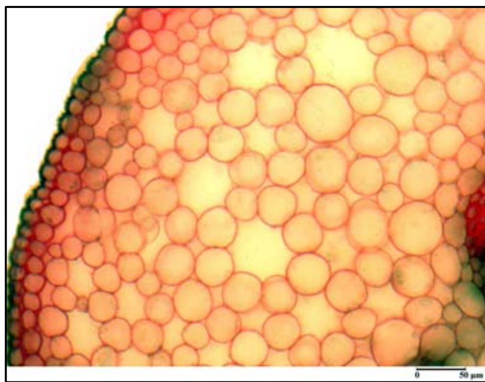


Fig. 30



Fig. 31

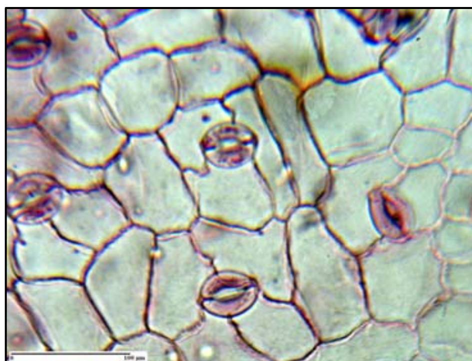
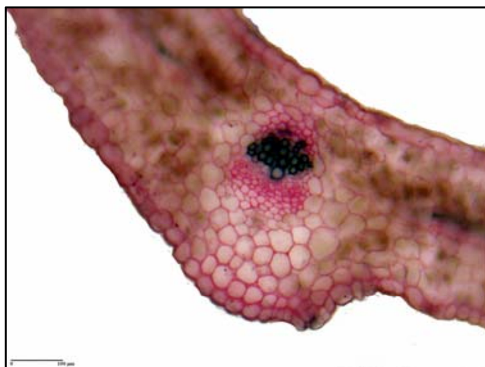
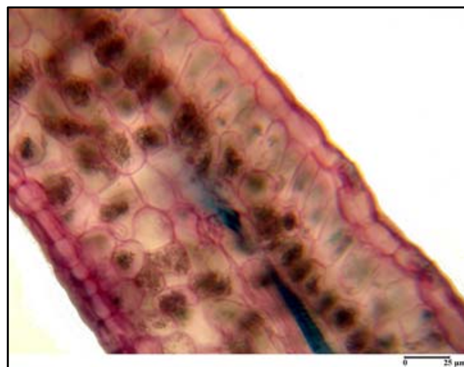
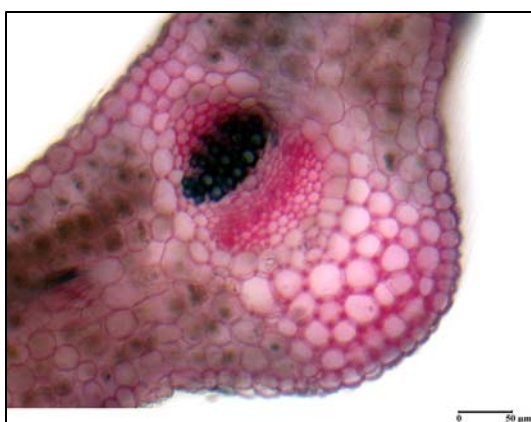


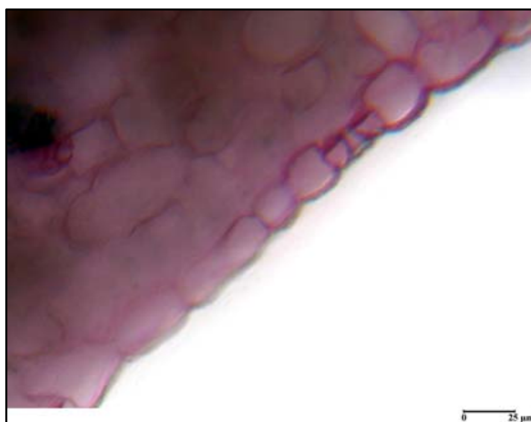
Fig. 32

Aster tripolium. Secțiuni transversale prin pețiol (Fig. 29-30) şi prin limbul foliar: epidermă superioară (Fig. 31) şi epiderma inferioară (Fig. 32), văzute de față.


Fig. 33


Fig. 34


Fig. 35


Fig. 36

Aster tripolium. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 33, 34) şi treime mijlocie (Fig. 35-36).

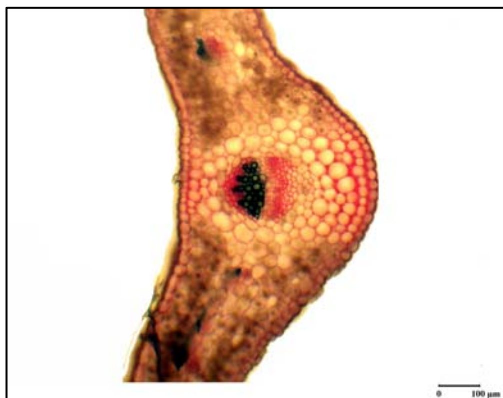


Fig. 37

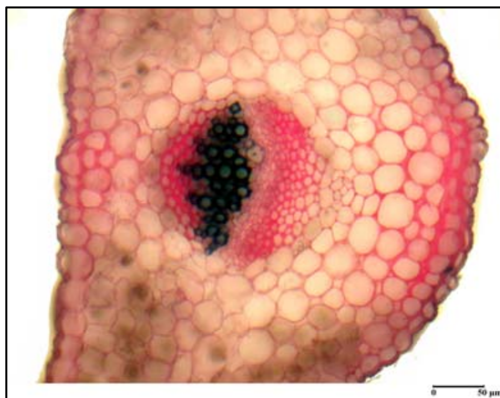


Fig. 38



Fig. 39

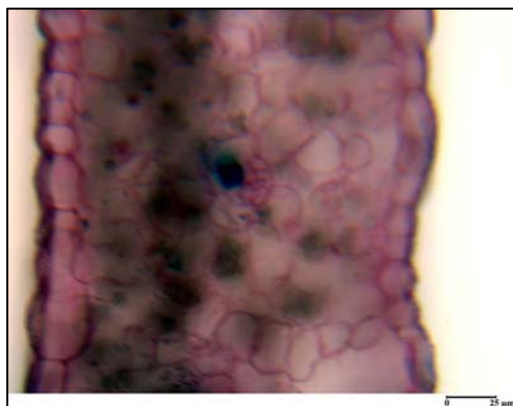
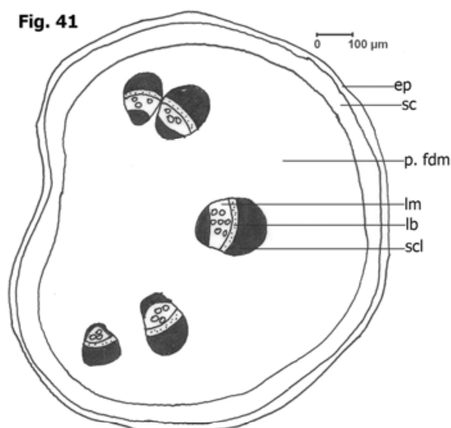
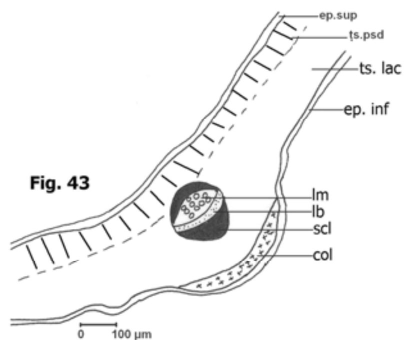
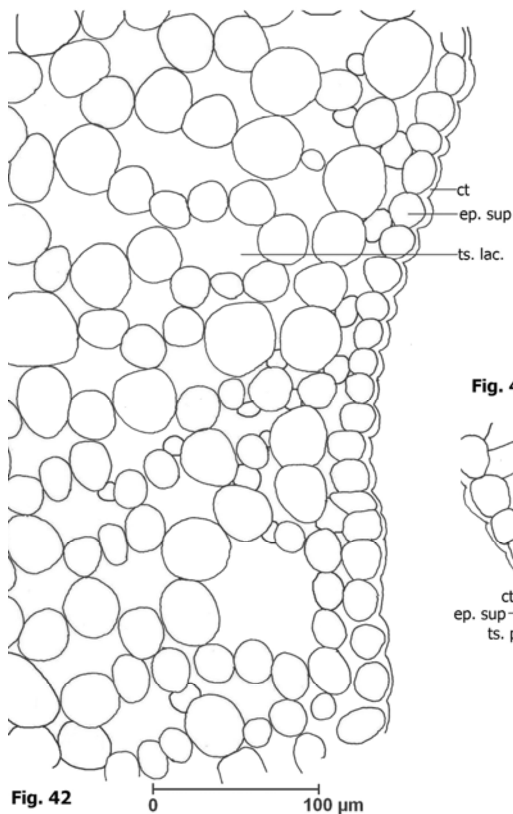


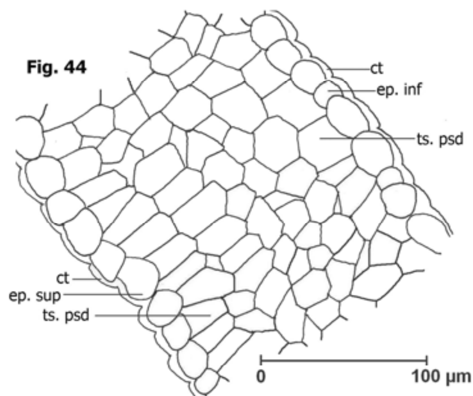
Fig. 40

Aster tripolium. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime inferioară (Fig. 37 - 40).





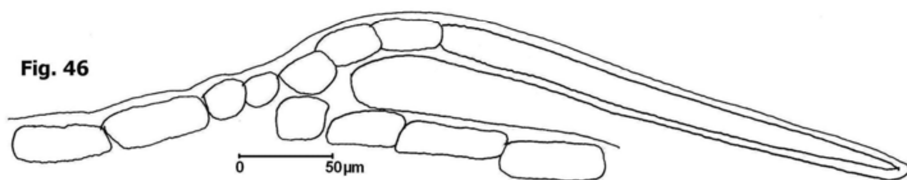




Aster tripolium. Secțiuni transversale prin pețiol – schemă (Fig. 41) şi detaliu (Fig. 42) şi prin limbul foliar, treime superioară – schemă (Fig. 43) şi detaliu (Fig. 44).

Fig. 45

c. ep
c.a
c. st
ost
0
100 µm



Aster tripolium. Epiderma superioară a limbului foliar, văzută de față (Fig. 45); păr tector (Fig. 46).

Fig. 47

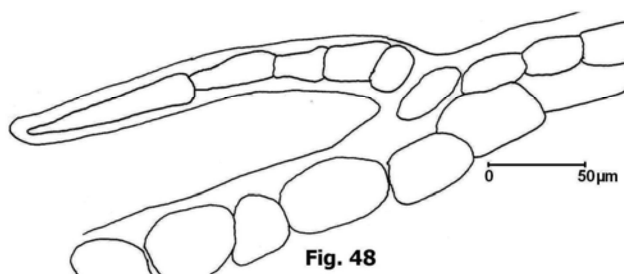
c.a

c. ep

c.st

ost

0 100 µm



Aster tripolium. Epiderma inferioară a limbului foliar, văzută de față (Fig. 47); păr tector (Fig. 48)

Lactuca saligna L.

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 62)

Structura este tipic secundară, rezultată îndeosebi din activitatea cambiului.

Felogenul produce puțin suber, care se exfoliază treptat, iar felodermul este uşor colenchimatizat (Fig. 49).

Cilindrul central este foarte gros, în el observându-se un inel extern subțire de liber secundar şi un corp central gros de lemn secundar.

Inelul de liber cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim liberian, fiind întrerupt din loc în loc de raze parenchimatic-celulozice.

Corpul lemnos cuprinde vase de diametru diferit, dispersate neregulat, separate de o cantitate mare de libriform şi foarte puține celule de parenchim lemnos moderat sclerificat şi lignificat (Fig. 50).

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 51 şi 63)

Grosimea rădăcinii creşte îndeosebi pe seama activității cambiului, care produce un corp lemnos din ce în ce mai bine dezvoltat.

Pe alocuri se observă formarea de rădăcini laterale, pe cale endogenă.

Cantitatea de libriform este mai mare şi elementele lui componente au pereți mai groşi, deşi moderat lignificați (Fig. 52).

Atât în grosimea liberului, cât şi în cea a scoarței se observă laticifere.

Rădăcină – treime superioară (Fig. 53 şi 64)

Rădăcina este şi mai groasă, cu zona axială a corpului lemnos vizibil parenchimatizată, sub forma mai multor raze formate din celule cu pereți foarte subțiri, celulozici (Fig. 54 şi 55).

La nivelul inelului de liber sunt vizibile numeroase raze parenchimatice, ce formează un veritabil parenchim de dilatare.

Zona de suber rămâne subțire în tot lungul rădăcinii (Fig. 53).

Tulpină – treime superioară

Conturul secțiunii transversale este circular-costat, cu coaste puțin proeminente.

Epiderma prezintă celule cu peretele extern mai gros decât ceilalți şi acoperit de o cuticulă foarte subțire.

Scoarța este subțire, reprezentată de un parenchim asimilator de tip meatic (Fig. 56).

Stratul cel mai intern al scoarței are celule mult mai mari, reprezentând o endodermă tipică (caspariană) (Fig. 57).

Cilindrul central este foarte gros, în el deosebind mai multe fascicule conducătoare libero-lemnoase de tip colateral, separate de raze medulare largi, puternic sclerificate şi lignificate la nivelul lemnului.

Liberul formează un inel aproape continuu, în care se observă numeroase laticifere.

Lemnul, împreună cu razele sclerificate şi lignificate formează un inel continuu, vasele de origine primară proeminând adânc în zona perimedulară.

La nivelul cilindrului central, atât liberul cât şi lemnul au în mică parte o structură secundară. Vasele de lemn primar sunt separate de celule de parenchim lemnos celulozic, iar cele de lemn secundar sunt separate de libriform.

La fața internă a fasciculelor conducătoare se observă insule de liber perimedular (liber intern), având doar structură primară, deci sunt alcătuite numai din tuburi ciuruite şi celule anexe.

Măduva este parenchimatic-celulozică, de tip meatic, cu celule mult mai mari decât cele ale scoarței.

Inelul de lemn secundar este foarte gros, cu vase dispersate neregulat în masa fundamentală de libriform. Vasele de lemn primar rămân vizibile, fiind separate de parenchim celulozic, iar la fața internă a inelului de lemn se observă mai multe insule de liber perimedular.

Tulpină – treime mijlocie (Fig. 65)

Structura se menține asemănătoare, cu deosebirea că:

– epiderma şi parte din scoarță se exfoliază pe alocuri, iar inelul lemnos este vizibil mai gros, în el distingându-se clar locul fostelor fascicule conducătoare din structura primară (Fig. 58).

Tulpină – treime inferioară (Fig. 66)

Tulpina este mult mai groasă.

Epiderma este formată din celule puternic alungite tangențial.

Scoarța este foarte subțire, celulele endodermei de tip primar, fiind puțin alungite tangențial şi cu îngroşările Caspary vizibile în pereții radiari (Fig. 61).

Inelul de lemn secundar este foarte gros, cu vase dispersate neregulat în masa fundamentală de libriform. Vasele de lemn primar rămân vizibile, fiind separate de parenchim celulozic, iar la fața internă a inelului de lemn se observă mai multe insule de liber perimedular (Fig. 59 şi 60).

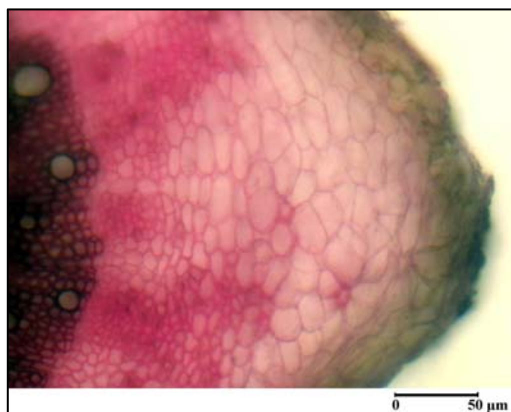


Fig. 49

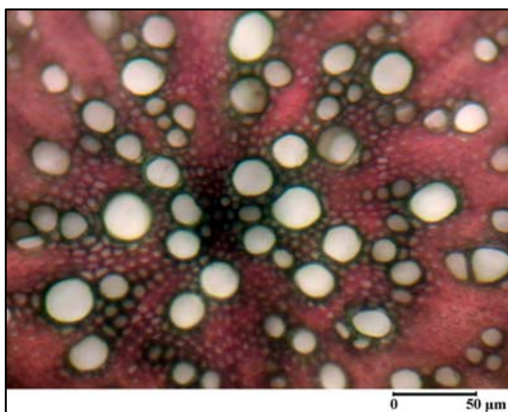


Fig. 50

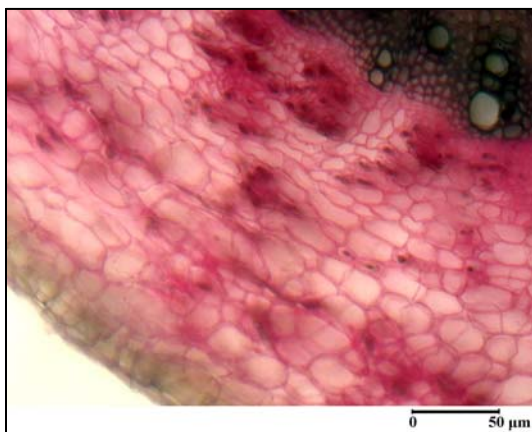


Fig. 51

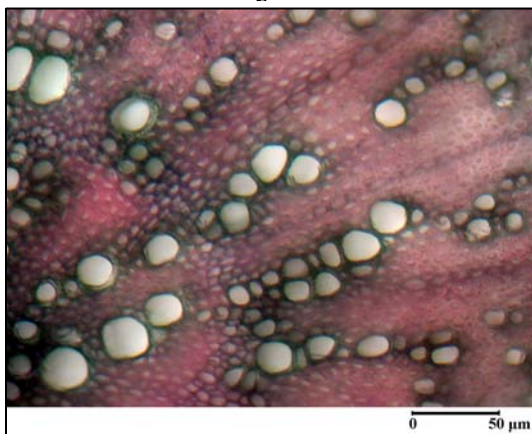


Fig. 52

Lactuca saligna. Secţiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 49-50) şi treime mijlocie (Fig. 51-52).

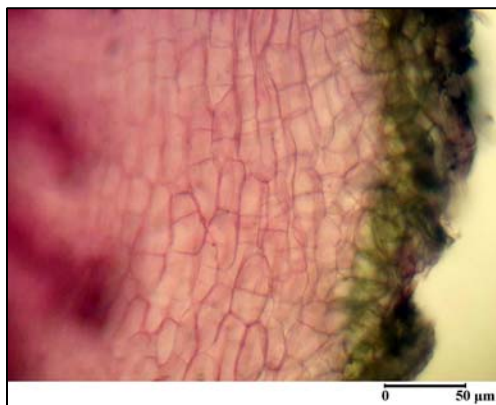


Fig. 53

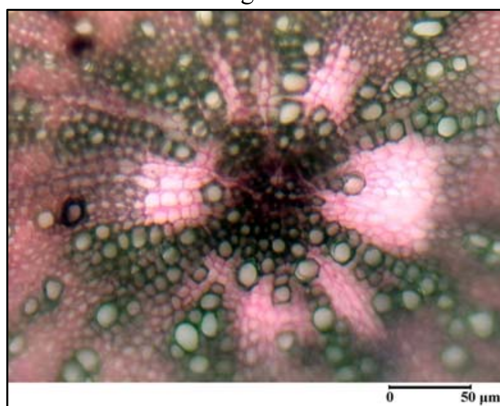


Fig. 54

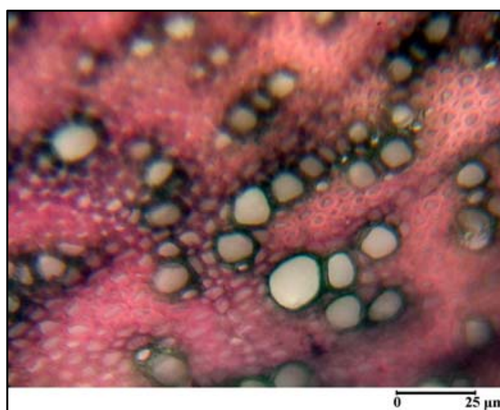


Fig. 55

Lactuca saligna. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime superioară (Fig. 53, 54, 55)



Fig. 56

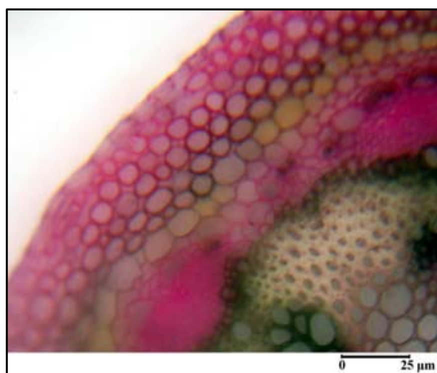


Fig. 57

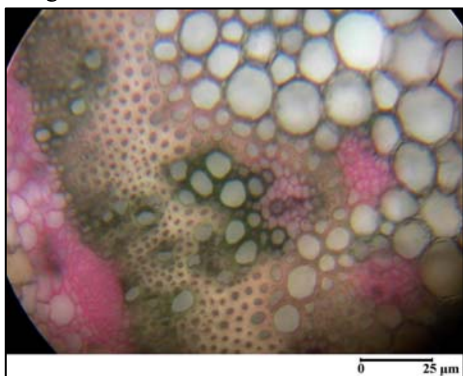


Fig. 58

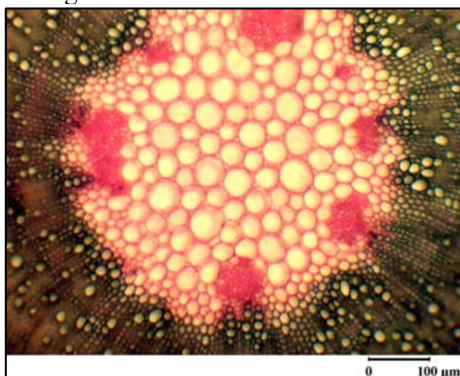


Fig. 59

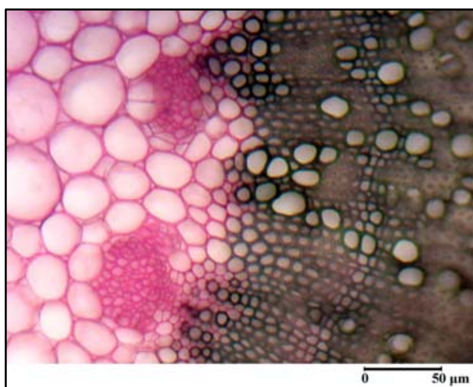
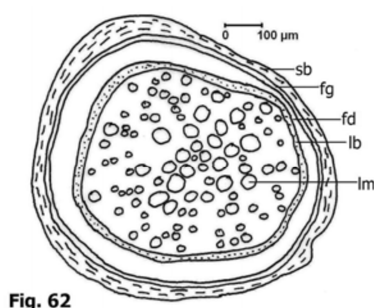


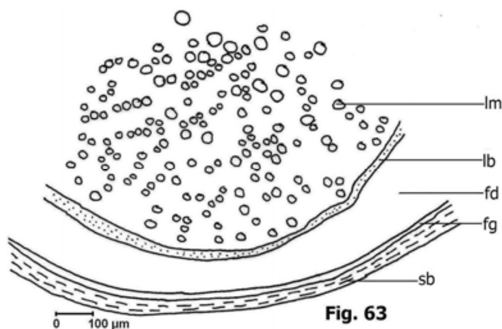
Fig. 60

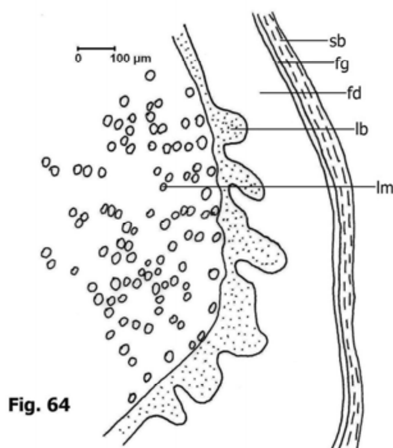


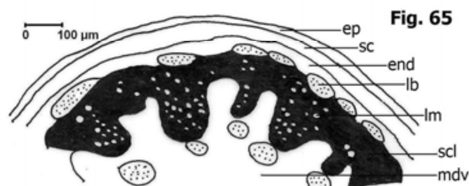
Fig. 61

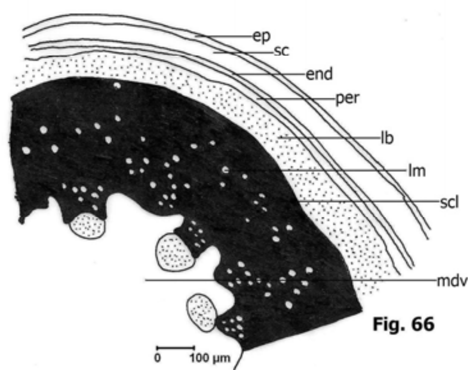
Lactuca saligna. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 56-57), treime mijlocie (Fig. 58) şi treime inferioară (Fig. 59-61).











Lactuca saligna. Secțiuni transversale prin rădăcină – treime inferioară (Fig. 62), treime mijlocie (Fig. 63), treime superioară (Fig. 64) şi prin tulpină – treime mijlocie (Fig. 65), treime inferioară (Fig. 66): scheme.

Frunza

Limbul

Epiderma văzută de față (Fig. 74) este formată din celule de contur neregulat, cu pereții laterali sinuoşi; din loc în loc se observă stomate de tip anomocitic în ambele epiderme, deci limbul este amfistomatic. Gradul de ondulare a pereților laterali diferă uşor pe cele două fețe ale limbului, fiind mai accentuat pe fața inferioară.

În **secțiune transversală – treimea superioară,** ambele epiderme au celule alungite tangențial, cu peretele extern mai gros decât ceilalți şi acoperit de o cuticulă subțire (Fig. 67-69).

În ambele epiderme sunt stomate, cu cameră suprastomatică puțin adâncă (Fig.68 şi 69). Cât priveşte gradul de afundare a stomatelor, s-a încercat stabilirea unei legături intre acest caracter şi gradul de halofilie, dar se pare că nu se poate generaliza, din cauza inconstanței prezenței şi intensității acestei afundări a stomatelor față de nivelul celulelor epidermice (Chermezon, 1910). Acest caracter pare mai degrabă o xeromorfoză, raportat la uscăciunea mediului. Prezența unor elemente, considerate a priori „consacrate” pentru un grup ecologic de plante şi extrapolarea lor la altele, aparținând altor grupe ecologice, nu „scoate” planta dintr-un mediu şi o plasează în altul. Să amintim doar punctul de vedere al lui Schimper, care exacerba necesitatea prezenței unor trăsături de xerofitism la halofite, ipoteză analizată ulterior destul de obiectiv de Chermezon (1910).

Oricum, dincolo de aceste discuții de nuanță, este clar că stomatele localizate sub nivelul celulelor epidermice reprezintă un caracter de xeromorfoză (Dickison, 2000). Alături de reducerea suprafeței foliare, îngroşarea peretelui extern al celulelor epidermice, mărirea grosimii cuticulei, mărirea densistății perilor şi reducerea suprafeței ostiolelor stomatice, contribuie la reducerea pierderilor de apă. Acest caracter, al afundării stomatelor sub nivelul epidermei, a fost corelat cu alte xeromorfoze şi de alți autori (Lyshede, 1978; Abulfatih, 2003).

Un studiu relativ recent, asupra mai multor specii aparținând unui ecosistem costier mediteraneean, şi anume „machia” (caracterizat prin temperaturi ridicate, veri sectoase şi predominanța vegetației de arbuşti sclerofili), a scos în evidență, aproape la toate speciile, faptul că stomatele sunt afundate sub nivelul epidermei (Rotondi et al., 2003); dacă nu sunt afundate, atunci sunt bine protejate de peri.

Oricum, noi am recoltat această specie de pe o sărătură uscată. Este într-adevăr o specie xerofilă către mezofilă, mezotermă, heliofilă, variat-alcalinofilă, de la foarte slab la potrivit euhalofilă (Bucur şi colab., 1960). Se dezvoltă pe marne salinizate nesolificate, pe soluri salifere şi pe sărături de luncă, vale, coastă uscată la suprafaţă în perioada de vegetaţie.

Unele celule epidermice au peretele extern foarte proeminent, luând aspectul unor aculei scurţi (Fig. 68).

Mezofilul este de tip palisadic (Fig. 69) sub ambele epiderme (1-2 straturi de celule puţin înalte) şi de tip lacunos la mijloc, deci limbul are o structură bifacială ecvifacială.

De altfel, se presupune că ţesutul palisadic bine dezvoltat la specii xerofile are rolul de a oferi o mai bună eficienţă în captarea şi utilizarea razelor solare (Rotondi et al., 2003).

Ţesuturile conducătoare formează fascicule de mărime diferită, cel din nervura mediană (vizibil proeminentă la faţa inferioară a limbului) fiind mai mare, de tip colateral şi cu structură primară (Fig. 67).

În **treimea mijlocie** (Fig. 75), nervura mediană cuprinde 3 fascicule conducătoare; cele din nervurile laterale sunt înconjurate de câte o teacă de celule parenchimatice (Fig. 70).

Mezofilul se menţine de tip palisadic sub ambele epiderme, doar 1-2 straturi centrale prezentând celule izodiametrice.

Celulele epidermei au peretele extern foarte gros, iar la marginile limbului toate devin uşor aculeiforme (Fig. 71 şi 72).

În **treimea inferioară** (Fig. 76), structura se menţine aceeaşi (Fig. 73), de tip bifacial ecvifacial, iar stomatele prezintă veritabile camere suprastomatice.

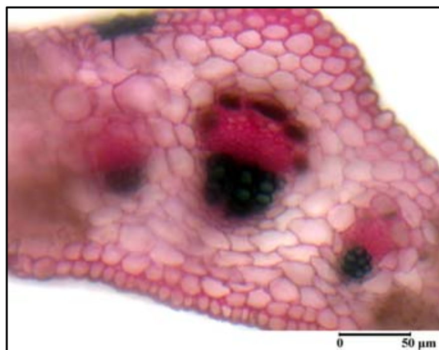


Fig. 67

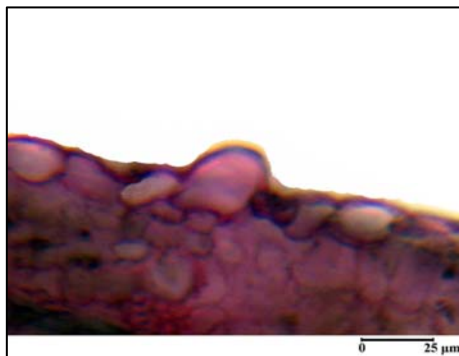


Fig. 68

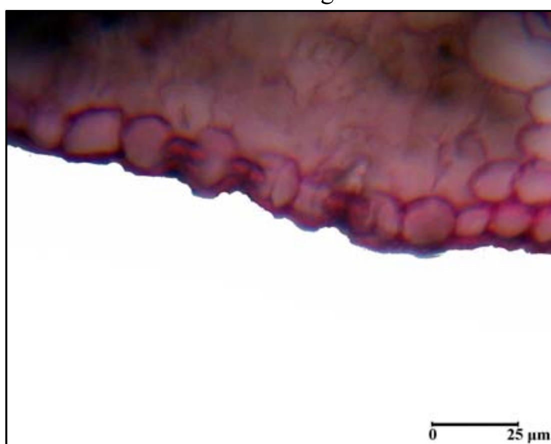


Fig. 69



Fig.70

Lactuca saligna. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 67-69) şi treime mijlocie (Fig. 70).

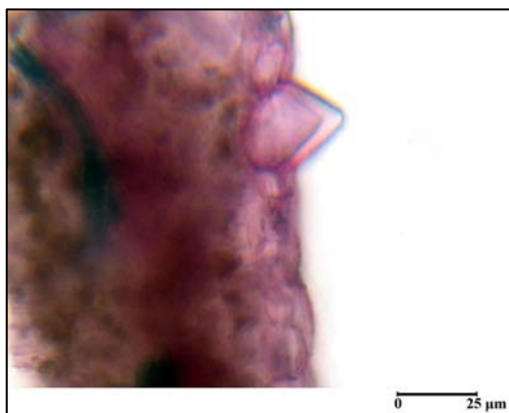


Fig. 71

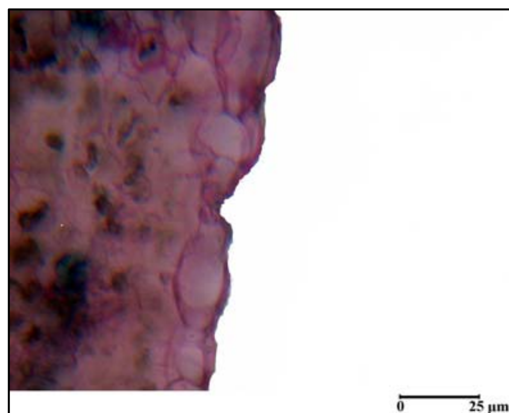
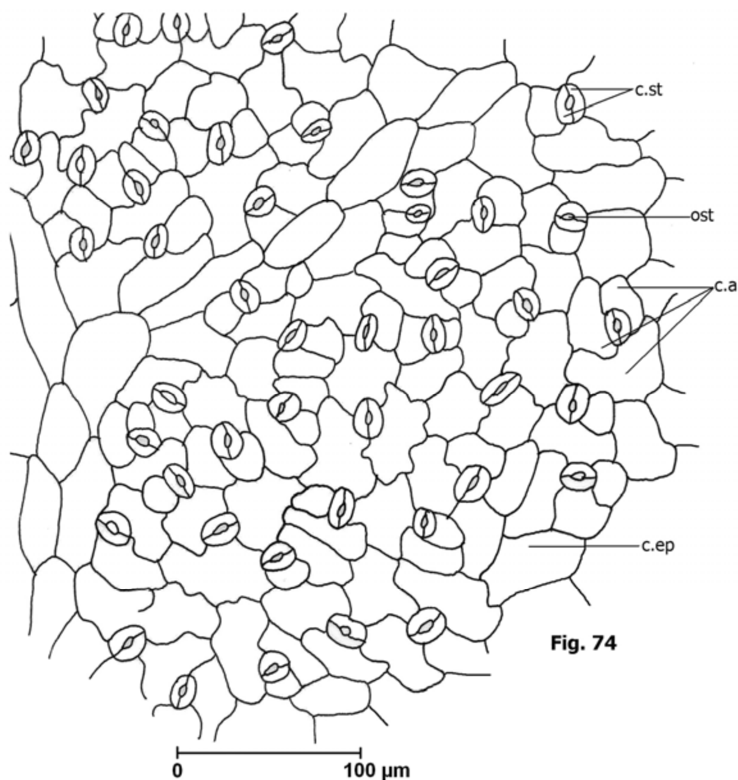
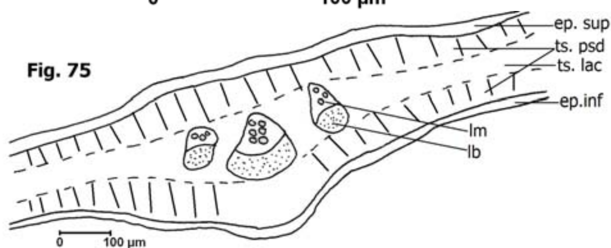


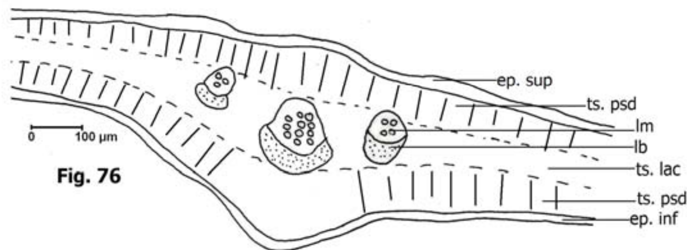
Fig. 72

Fig. 73

Lactuca saligna. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime mijlocie (Fig. 71-72) şi treime inferioară (Fig. 73).







Lactuca saligna. Epiderma inferioară a limbului foliar, văzută de față (Fig. 74) şi secțiuni transversale prin limbul foliar, treime mijlocie (Fig. 75) şi treime inferioară (Fig. 76): scheme.

Scorzonera cana (C. A. Mey.) O. Hoffm.

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 77, 78, 88)

Structura este secundară. Prezintă o pătură de suber (Fig. 77) subțire (5-7 straturi) şi un număr foarte mic (6) de benzi radiare de țesuturi conducătoare secundare (Fig. 78). După dispoziția vaselor în axul rădăcinii conchidem că stelul din structura primară este de tip diarh.

Rădăcină – treime medie (Fig. 79, 80, 89)

Structura este asemănătoare cu cea de la vârful organului, cu deosebirea că pătura de suber este mai subțire, felodemul este mai gros, iar numărul benzilor radiare de țesuturi conducătoare secundare (Fig. 79) este mai mic (10); în toate aceste benzi, celulele de parenchim liberian sunt amilifere, iar vasele de lemn variază mult ca diametru şi au pereții intens lignificați (Fig. 80). În axul rădăcinii se observă încă vase de lemn primar.

Rădăcină – treime superioară (Fig. 81)

Pătura de suber este foarte groasă (15-20 de straturi), cu celule dreptunghiulare, mult alungite tangențial, având pereții subțiri şi moderat suberificați; din loc în loc sunt vizibile lenticele.

Felodermul este, de asemeni, pluristratificat, mai subțire decât suberul, cu celulele moderat colenchimatizate tangențial.

Cilindrul central este foarte gros. Cambiul a format două inele concentrice de țesuturi conducătoare secundare: unul extern de floem şi altul intern de xilem, acesta din urmă luând aspectul unui corp central compact, lipsit de măduvă în zona axială.

Atât liberul, cât şi lemnul formează, de fapt, mai multe (15) benzi radiare, care se întâlnesc în partea axială a rădăcinii (Fig. 81). Aceste benzi, destul de înguste, sunt separate de raze parenchimatic-celulozice foarte largi. Liberul cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim liberian, iar lemnul are vase de diametru diferit, cu pereții groşi şi intens lignificați, printre care se observă puține celule de parenchim lemnos celulozic.

Facem mențiunea că, deşi structura rădăcinii este tipic secundară la acest nivel, cilindrul central este puternic parenchimatizat, iar fibrele libriforme lipsesc, **caz rar întâlnit la dicotiledonate.**

Rizomul (Fig. 82, 83, 90)

Structura este tipic secundară, rezultată din activitatea ambelor meristeme laterale: cambiul şi felogenul.

Felogenul produce o zonă relativ groasă de suber spre exterior şi o alta de feloderm vizibil colenchimatizat spre interior (Fig. 82), toate 3 alcătuind o peridermă care, spre periferie, se exfoliază parțial şi de care rămân aderente încă resturi din parenchimul cortical primar.

Cambiul produce două inele concentrice de țesuturi conducătoare secundare: unul extern de liber şi altul intern de lemn, ambele străbătute de numeroase raze medulare parenchimatic-celulozice; în felul acesta, țesuturile conducătoare iau aspectul unor benzi radiare înguste, ca şi în rădăcină.

Liberul cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim liberian, numărul acestora din urmă crescând vizibil spre periferia zonei.

Lemnul prezintă vase de diametru diferit, cu pereții îngroşați şi lignificați, separate de celule de parenchim celulozic (Fig. 83).

Măduva este groasă, parenchimatic-celulozică, de tip meatic. Pe alocuri se observă formarea, pe cale endogenă, a rădăcinilor adventive.

Tulpină – treime superioară (Fig. 84, 92)

Conturul secțiunii transversale este poligonal-costat, cu coaste rotunjite.

Epiderma prezintă celule izodiametrice şi izomorfe, cu pereții intern şi extern puternic îngroşați, cel din urmă fiind acoperit de o cuticulă subțire. Din loc în loc sunt stomate şi peri secretori scurți, cu glanda unicelulară.

Scoarța este subțire (7-8 straturi) şi totdeauna formează cordoane de colenchim tangențial (Fig. 84) în coaste; parenchimul cortical este asimilator, de tip meatic, cu celule de aceeaşi formă şi mărime, lăsând între ele meaturi mici. Scoarța nu se termină cu o endodermă de tip special.

Cilindrul central este gros, cuprinzând un număr mare (aproximativ 20) de fascicule conducătoare, alternând unele mai mari (înfipte adânc în măduvă), cu altele mai mici, toate separate la nivelul xilemului de raze medulare largi, formate din celule cu pereții puternic îngroşați şi lignificați; aceste raze, împreună cu arcurile de acelaşi tip de la fața internă a lemnului primar formează un inel sinuos în vecinătatea zonei perimedulare.

Fasciculele conducătoare au structură primară; doar în unele, mai mari, încep să apară şi fibre lemnoase, în imediata vecinătate a cambiului.

Liberul cuprinde tuburi ciuruite şi celule anexe, iar lemnul are vasele dispuse în şiruri radiare, separate de celule de parenchim celulozic. La periferia liberului celor mai multe fascicule se observă un endodermoid amilifer.

Măduva este groasă, parenchimatic-celulozică, de tip meatic, cu celule vizibil mai mari decât cele ale parenchimului cortical.

Tulpină – treime mijlocie (Fig. 85, 86, 91)

Conturul secțiunii transversale se menține poligonal, dar coastele sunt mult atenuate.

Cordoanele de colenchim din coaste sunt mai groase (Fig. 85), perii secretori sunt mai frecvenți, iar la periferia liberului tuturor fasciculelor conducătoare se află câte un cordon de elemente mecanice de tip colenchimatic, cu pereții celulozici.

Structura lemnului rămâne complet primară în unele fascicule şi este completată cu începutul celei secundare în alte fascicule.

Inelul sinuos de sclerenchim, dintre fascicule şi de la fața lor internă, este intens lignificat (Fig. 86). Cea mai mare parte din măduvă are celule cu pereții uşor îngroşați şi lignificați, dar zona axială rămâne parenchimatic-celulozică.

Tulpină – treime inferioară (Fig. 87, 93)

Structura se menține aceeaşi ca şi la nivelul mijlociu, cu deosebirea că în coaste cordoanele de colenchim sunt mai groase (Fig. 87).

Pedunculul inflorescenței

Conturul secțiunii transversale este neregulat-poligonal-costat, cu coaste foarte proeminente. Structura este asemănătoare cu cea a tulpinii propriu-zise, în treimea sa superioară, cu deosebirea că cea mai mare parte din măduvă se dezorganizează, rezultând un canal aerifer central larg.

Structura fasciculelor conducătoare este doar primară, fără cordoane de colenchim la periferia liberului. În plus, față de tulpina propriu-zisă, razele medulare sunt parenchimatic-celulozice, iar printre fasciculele libero-lemnoase normale se află unele foarte mici, formate numai din floem. Procesul de lignificare a vaselor de lemn este mai slab, iar elementele de sclerenchim sunt prezente pe flancurile xilemului unor fascicule conducătoare.



Fig. 77

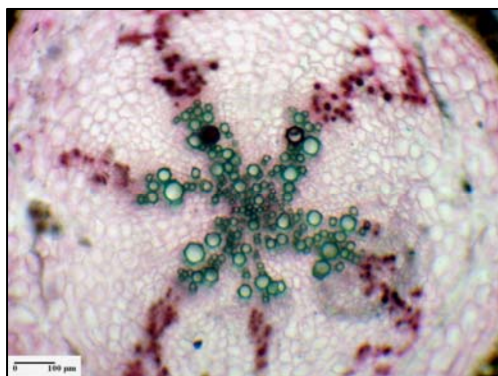


Fig. 78

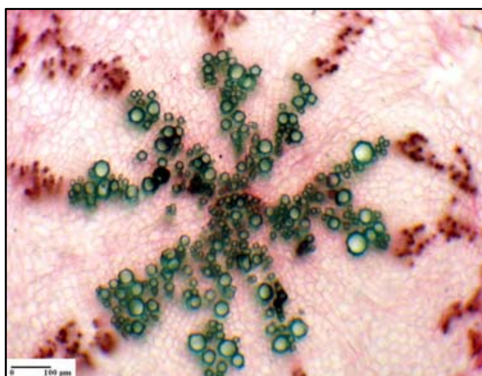


Fig. 79



Fig. 80

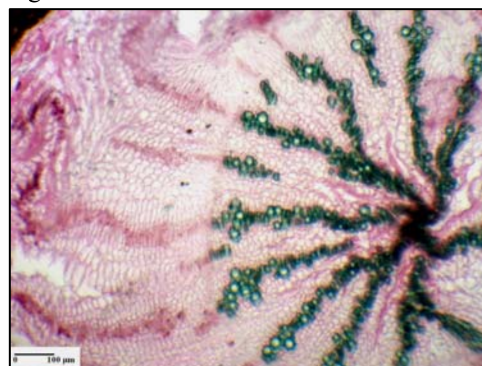


Fig. 81

Scorzonera cana. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 77-78), treime mijlocie (Fig. 79, 80) şi treime superioară (Fig. 81).



Fig. 82

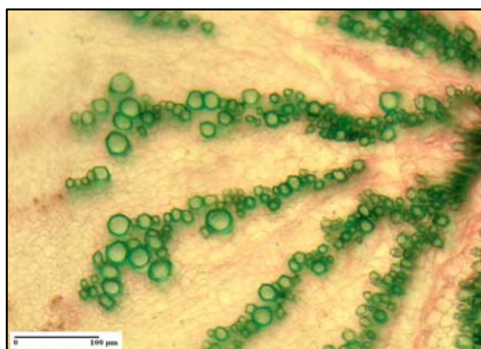


Fig. 83

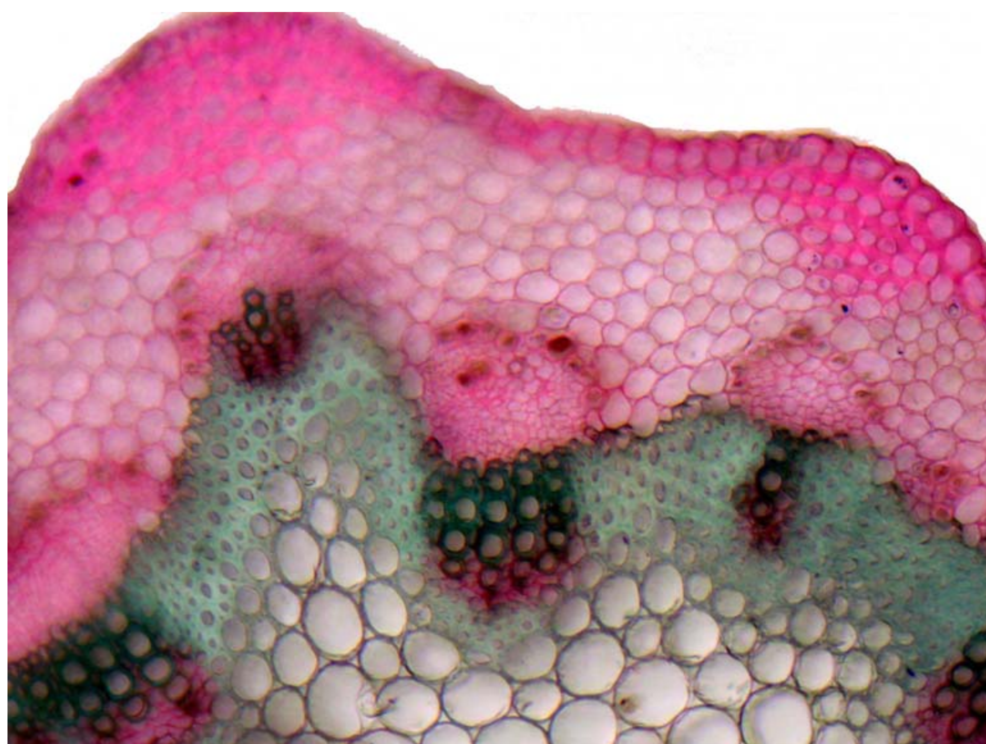
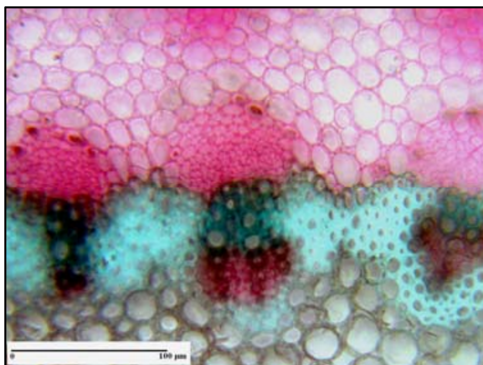


Fig. 84

Scorzonera cana. Secțiuni transversale prin rizom (Fig. 82, 83) şi prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 84).


Fig. 85


Fig. 86

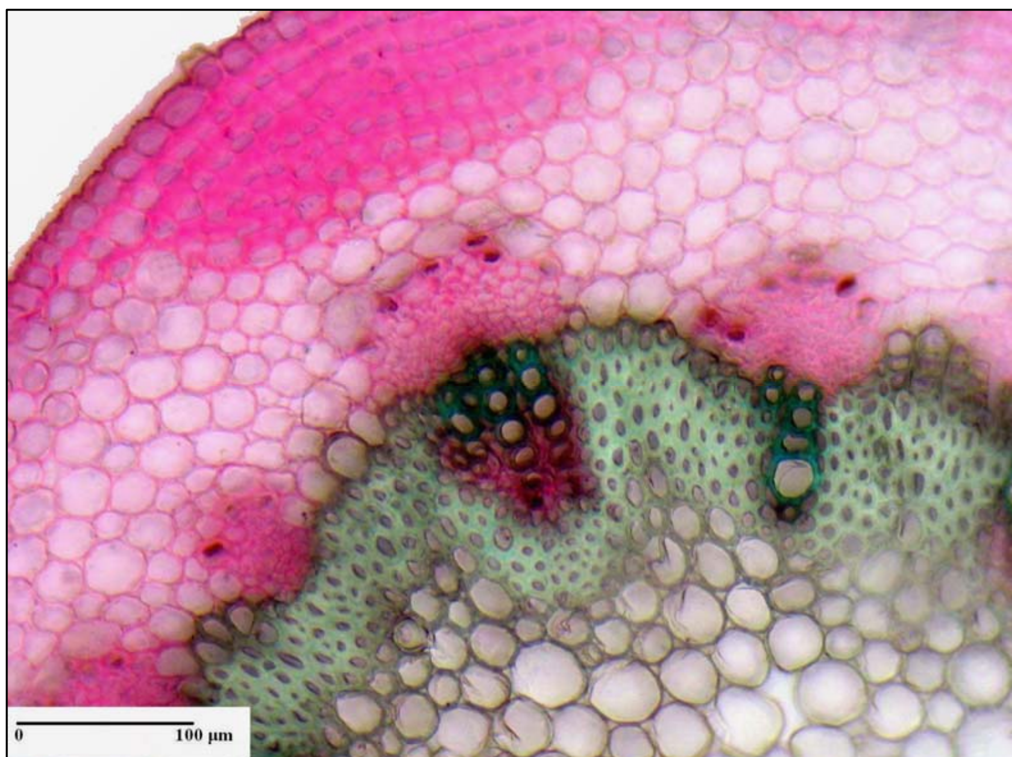
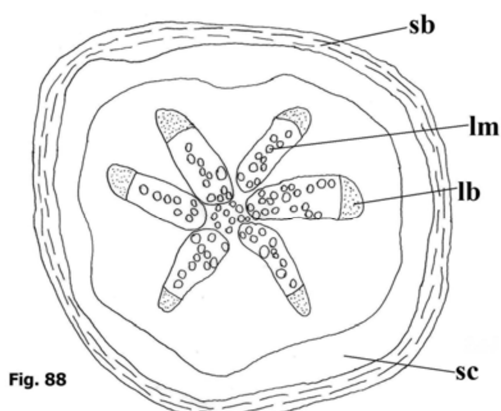
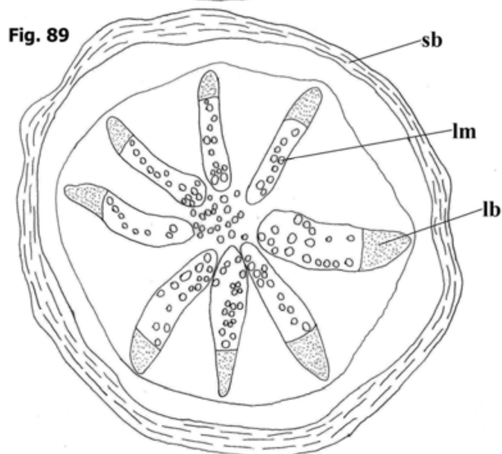
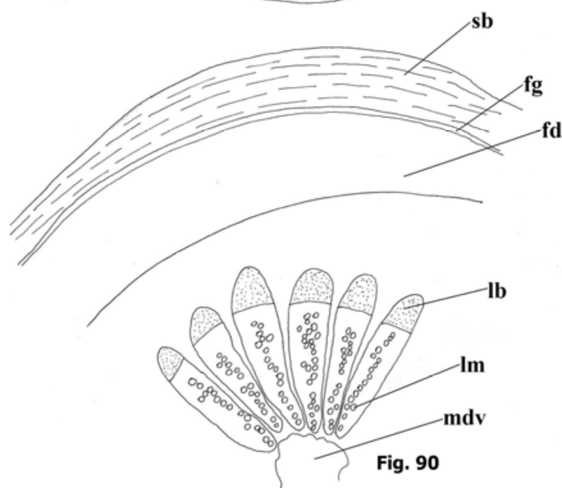


Fig. 87

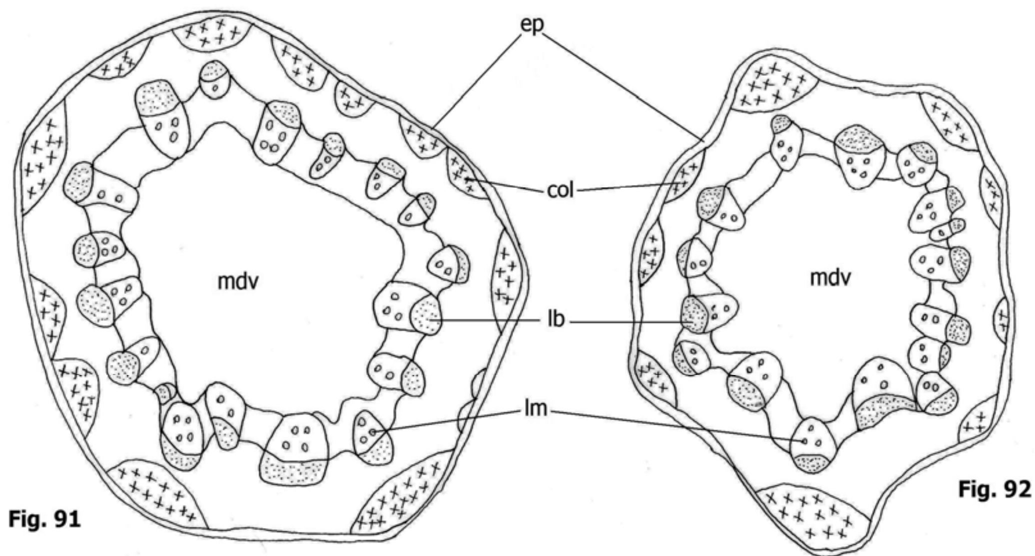
Scorzonera cana. Secțiuni transversale prin tulpina aeriană, treime mijlocie (Fig. 85, 86) şi treime inferioară (Fig. 87).

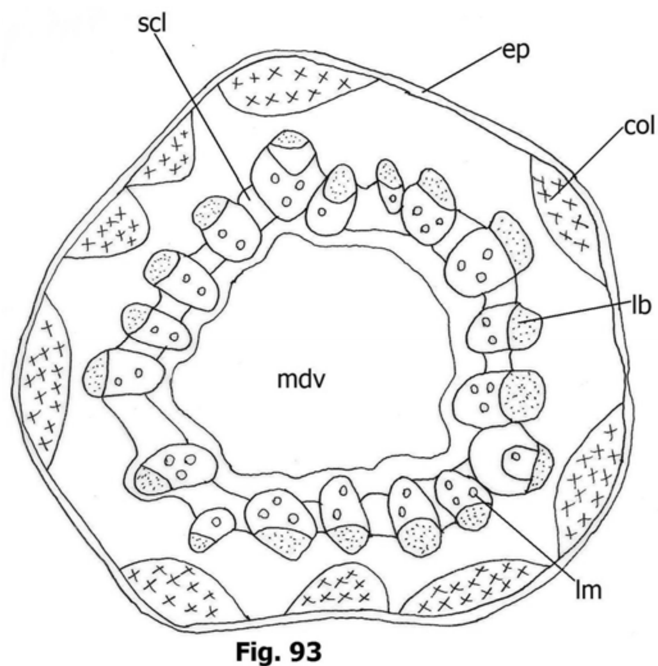






Scorzonera cana. Secțiuni transversale prin rădăcină – treime inferioară (Fig. 88), treime mijlocie (Fig. 89) şi prin rizom (Fig. 90): scheme.





Scorzonera cana. Secțiuni transversale prin tulpina aeriană, treime mijlocie (Fig. 91), treime superioară (Fig. 92) şi treime inferioară (Fig. 93).

Frunza (Fig. 94-108)

Epiderma văzută de față. La fața superioară a limbului (Fig. 94, 102) este formată din celule poligonale, cu pereții laterali drepți; din loc în loc se găsesc stomate de tip anomocitic. În lungul nervurilor, celulele sunt mai mari, cu pereții laterali mai groşi, iar stomatele lipsesc. La marginile limbului, unele celule sunt papiliforme.
La fața inferioară a limbului (Fig. 95, 101), unele celule au pereții laterali curbați, iar în lungul nervurilor celulele sunt mai lungi şi mai înguste.

Stomatele sunt prezente în ambele epiderme, deci limbul este amfistomatic.

În **secțiune transversală prin limb, treimea superioară,** (Fig. 96, 97) limbul are forma literei „V". Ambele epiderme au unele celule alungite tangențial (Fig. 96), cu peretele extern mult mai gros decât ceilalți şi acoperit de cuticulă. Stomatele sunt localizate la nivelul celulelor epidermice (Fig. 97). Mezofilul este de tip palisadic la ambele fețe, deci limbul are o structură bifacială izofacială.

Nervura mediană proemină vizibil la fața inferioară a limbului, unde se află şi un strat de colenchim hipodermic în dreptul unicului fascicul conducător libero-lemnos.

În treimea mijlocie (Fig. 98, 99) conturul secțiunii transversale se menține acelaşi şi nervura mediană cuprinde 3 fascicule conducătoare, din care cel mijlociu este mult mai mare; în dreptul lui, către epiderma superioară se schițează o cavitate aeriferă relativ largă.

Mezofilul rămâne de tip palisadic (Fig. 98) sub ambele epiderme. La marginile limbului, unele celule epidermice sunt papiliforme, iar stratul hipodermic este colenchimatizat.

Țesutul palisadic prezent sub ambele epiderme este în concordanță cu poziția frunzelor din rozeta bazală; acestea au o orientare aproape paralelă cu tulpina, ceea ce explică intervenția clorenchimului în exploatarea optimă a luminii, aşa cum am arătat într-un studiu anterior (Grigore, Toma, 2007c).

În plus, chiar rozeta de frunze bazale se pare că este o strategie adaptativ-ecologică în sine a halofitelor care au această trăsătură morfologică. Albert (1975) a arătat că la aceste specii, care au capacitatea de a-şi reînnoi continuu rozeta bazală pe perioada de creştere, se înregistrează doar modificări nesemnificative ale conținutului de apă odată cu înaintarea în vârstă. Acest autor a presupus că îndepărtarea frunzelor saturate în săruri

este strategia principală la acest tip de plante. Este un mecanism efectiv reglator al conținutului de săruri, prezent la mai multe specii de halofite (Stocker, 1933; Steiner, 1934; Waisel, 1972; Kreeb, 1974). Concentrația de săruri crește treptat în frunze, o dată cu înaintarea în vârstă, până ce frunzele se îngălbenesc. Este posibil ca elementele chimice esențiale (N, P, K) să fie într-o oarecare măsură îndepărtate și retranslocate în frunzele tinere, aflate în continuă creștere. S-a demonstrat că îmbătrânirea frunzelor poate fi accelerată de un conținut ridicat de săruri. N-ar fi exclus ca un asemenea „turnover" foliar să fie, în absența altor mecanisme adaptative ușor decelabile, principalul mecanism de rezistență al acestei specii pe sărături uscate, acolo unde am întâlnit-o de fiecare dată.

Oricum, această specie este carcaterizată ca una mezofilă, dar și xerofilă și mai puțin higrofilă, heliofilă, net și puternic alcalinofilă, de la slab la foarte puternic euhalofilă (Bucur și colab., 1960).

Prodan (1922) asocia și el specia cu locurile uscate, expuse soarelui, caracterizând-o astfel: „îl găsim în floare de prin mai până toamna târziu, chiar și pe *căldura cea mai mare, când totul se uscă.* Provine prin locuri ierboase, fânațe espuse soarelui. E foarte variu și vânjos[18]".

În treimea inferioară, conturul secțiunii transversale devine mai mult sau mai puțin semilunar, cu un șanț adaxial larg, dar superficial.

Nervura mediană proemină puțin la fața inferioară și prezintă 2 straturi de colenchim hipodermic în dreptul unicului fascicul conducător (Fig. 100); în dreptul acestuia se menține cavitatea aeriferă de la fața adaxială (Fig. 99).

Mezofilul se menține de tip palisadic la ambele fețe, dar celulele sunt mai joase decât la nivelul anterior analizat; pe alocuri, palisada de la fața inferioară este bistratificată.

[18] Datorită părților subterane bine dezvoltate; exprimarea este la genul masculin, deoarece autorul folosea taxonomia epocii, fiind vorba de genul sinonim *Podospermum* (n.n.).



Fig. 94

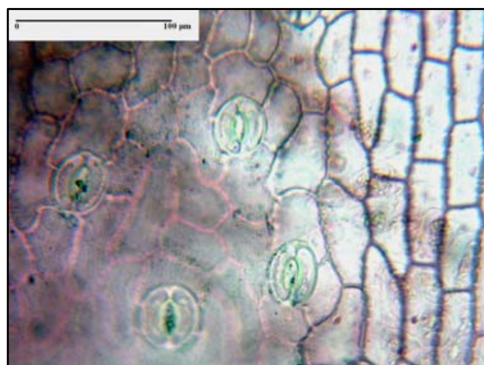


Fig. 95

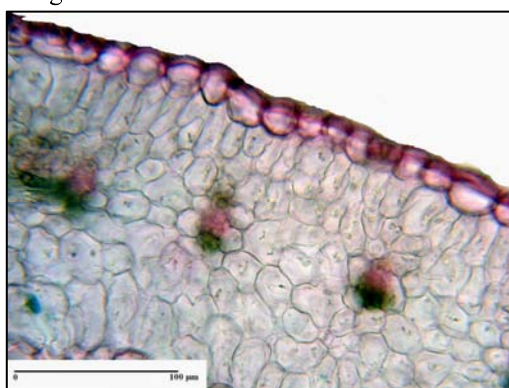


Fig. 96



Fig. 97

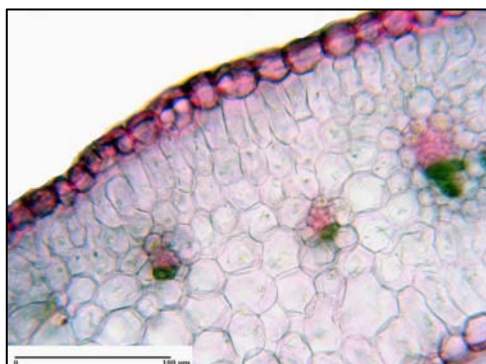


Fig. 98

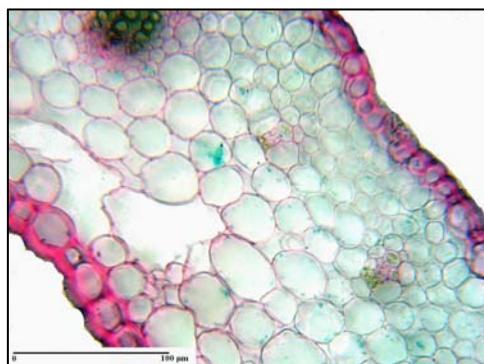


Fig. 99

Scorzonera cana. Epiderma limbului foliar, superioară (Fig. 94) şi inferioară (Fig. 95), văzută de faţă şi secţiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 96, 97) şi treime mijlocie (Fig. 98, 99).

-

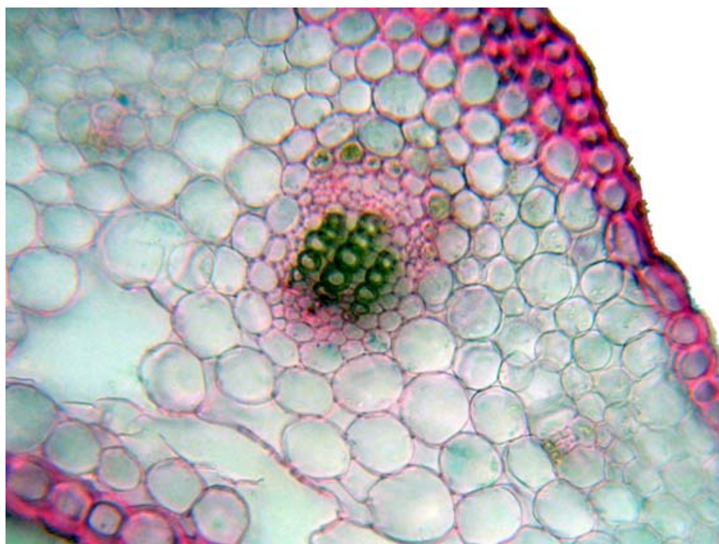


Fig. 100

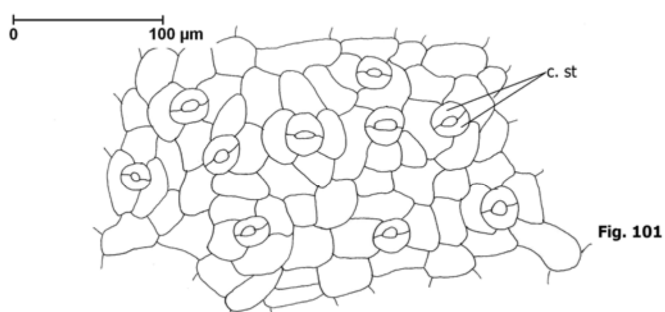


Fig. 101

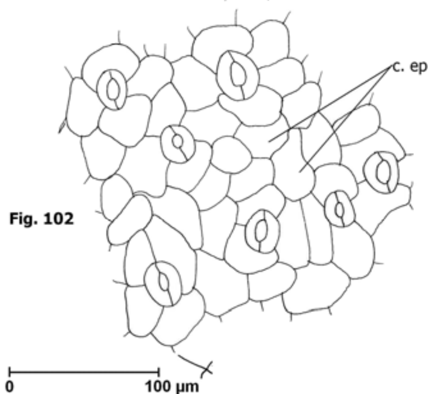


Fig. 102

Scorzonera cana. Secțiune transversală prin limbul foliar, treime inferioară (Fig. 100) şi epiderma inferioară (Fig. 101) şi superioară (Fig. 102), văzute de față.

Familia *Brassicaceae*

Lepidium cartilagineum (J. C. Mayer) Thell. ssp. *crassifolium* (Waldst. & Kit.) Thell.

Rădăcina (Fig. 103, 104)

La nivelul analizat are structură tipic secundară, rezultată îndeosebi din activitatea cambiului.

Felogenul produce puțin suber, cu celule puternic aplatizate radiar. La periferia lui se observă resturi din scoarța primară, parenchimatic-celulozică, în care sunt diseminate numeroase grupe de elemente sclerenchimatice (îndeosebi sclereide), dar mai puține decât în scoarța rizomului.

În cilindrul central, inelul de liber este mult mai subțire decât corpul lemnos, în grosimea lui fiind observate de asemeni grupe de elemente sclerenchimatice în masa fundamentală de parenchim liberian celulozic.

Corpul lemnos central este puternic parenchimatizat, în el fiind observate numeroase lame radiare, continue sau discontinue, de vase (Fig. 103) cu diametru diferit, având pereți groşi şi intens lignificați (Fig. 104). În axul rădăcinii, vasele au diametru mai mic şi celulele de parenchim lemnos lipsesc.

Regiunea rădăcinii din imediata vecinătate a rizomului are un număr mai mare de vase, dispuse în numeroase lame radiare, continue sau discontinue, uneori sinuoase, cele mai multe fiind convergente în axul organului.

Rizomul (Fig. 105, 106)

Aşa cum am arătat într-o lucrare publicată recent (Grigore şi Toma, 2008a), observațiile noastre histo-anatomice completează în primul rând precizările care se fac în *Flora R. P. R.* (1955), volumul III, cu referire la caracterul de perenitate al specie investigate de noi. Deşi se precizează că este o plantă perenă, nu se menționează nimic privitor la organul care asigură perenitatea acestei specii, deci la rizom

Conturul secțiunii transversale este regulat-costat.

La periferia organului se află o peridermă reprezentată prin mai multe straturi de suber (cu celule aplatizate radiar) şi câteva straturi de feloderm. Pe alocuri se observă încă aderențe ale scoarței primare şi chiar resturi din epidermă, formată din celule izodiametrice cu peretele extern mai gros decât ceilalți şi complet cutinizat. În aceleaşi locuri este vizibilă, sub epidermă, prezența unui țesut sclerenchimatic format din fibre cu pereții extrem de groşi, dar cu peretele secundar nelignificat.

Țesuturile conducătoare formează două inele concentrice de grosime asemănătoare, ambele rezultate din activitatea cambială.

Inelul de liber cuprinde o zonă conducătoare (tuburi ciuruite şi celule anexe) în vecinătatea lemnului şi o zonă groasă, externă, parenchimatică, în care sunt diseminate numeroase insule (cordoane) de fibre sclerenchimatice, de mărime diferită, fibre care au pereții extrem de îngroşați, dar nelignificați) (Fig. 105).

Inelul de lemn cuprinde o zonă internă ce trimite lame radiare adânci în măduvă şi o zonă externă, parenchimatică, în care sunt diseminate lame de vase. În ambele categorii de lame xilemice predomină libriformul (fibre cu pereți foarte groşi şi intens lignificați) (Fig. 106), în care vasele sunt dispersate neregulat.

Măduva este relativ groasă, parenchimatic-celulozică, în ea observându-se mai multe grupe de elemente cu pereții moderat îngroşați şi lignificați.

Țesuturile parenchimatice din toate zonele anatomice prezintă celule amilifere.

Tulpină aeriană, treime superioară (Fig. 107, 110)

Conturul secțiunii transversale este regulat-eliptic.

Epiderma prezintă celule izodiametrice, cu peretele extern mai îngroşat decât ceilalți şi acoperit de o cuticulă relativ groasă.

Scoarța este parenchimatic-celulozică, de tip meatic, în ea observându-se câteva fascicule conducătoare atipice, cu fibre sclerenchimatice la ambii poli.

Cilindrul central cuprinde numeroase fascicule conducătoare, de mărime diferită, toate separate de raze medulare puternic sclerificate şi moderat lignificate. Toate fasciculele prezintă la periferia liberului câte un cordon relativ subțire de fibre sclerenchimatice cu pereții moderat lignificați (Fig. 107).

Liberul cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi foarte puține celule de parenchim, iar lemnul are vasele separate de parenchim celulozic la nivelul structurii primare şi de libriform la nivelul structurii secundare; aici vasele sunt mai rare.

Toate fibrele sclerenchimatice, indiferent de poziția lor, au pereții extrem de îngroşați, dar parțial lignificați.

Măduva este groasă, parenchimatic-celulozică, de tip meatic.

Tulpină aeriană, treime mijlocie (Fig. 108, 111)

Conturul secținuii transversale este circular, cu câteva coaste puternic atenuate.

Structura este asemănătoare cu cea de la nivelul anterior analizat, cu următoarele deosebiri:

- toate fibrele sclerenchimatice (perifloemice, libriforme şi din razele medulare) au pereții puternic îngroşați şi lignificați (Fig. 108);
- lemnul este mult mai gros şi împreună cu razele medulare formează un inel continuu, în care se observă clar diferența între lemnul primar (vase separate de parenchim-celulozic) şi lemnul secundar (cu foarte mult libriform şi vase dispuse în şiruri radiare discontinue);
- razele sclerificate şi lignificate vin în contact cu cordoanele perifloemice de fibre sclerenchimatice, astfel încât liberul ne apare de tip insular aproape pe toată circumferința organului.

Măduva are celule cu pereții uşor lignificați în zona sa centrală.

Tulpină aeriană, treime inferioară (Fig. 190, 112)

Față de nivelurile superior şi mijlociu, tulpina prezintă o măduvă complet lignificată (Fig. 109), iar liberul este de tip insular pe toată circumferința organului.



Fig. 103

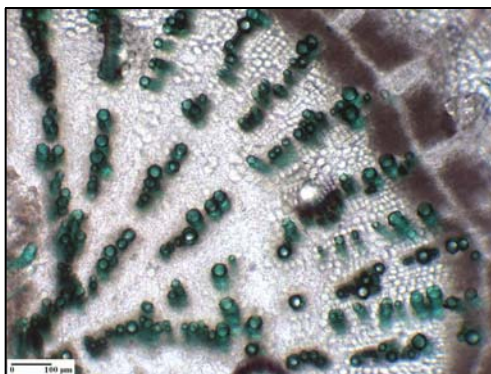


Fig. 104

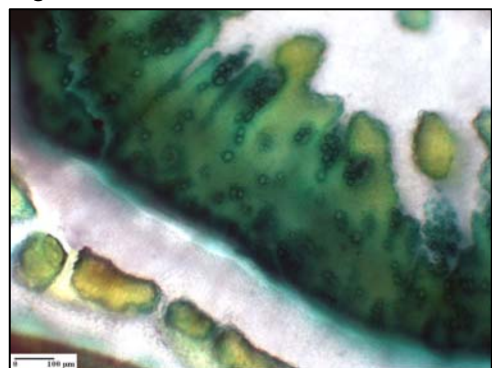


Fig. 105

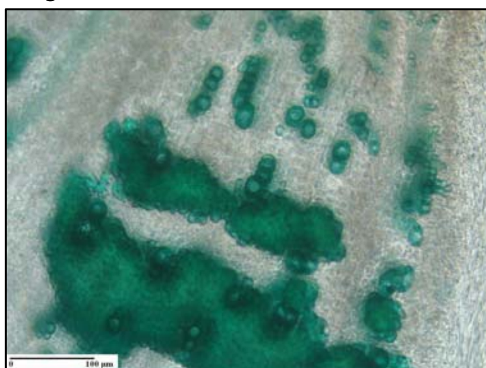


Fig. 106

Lepidium crassifolium. Secțiuni transversale prin rădăcină (Fig. 103-104); şi prin rizom (Fig. 105-106).

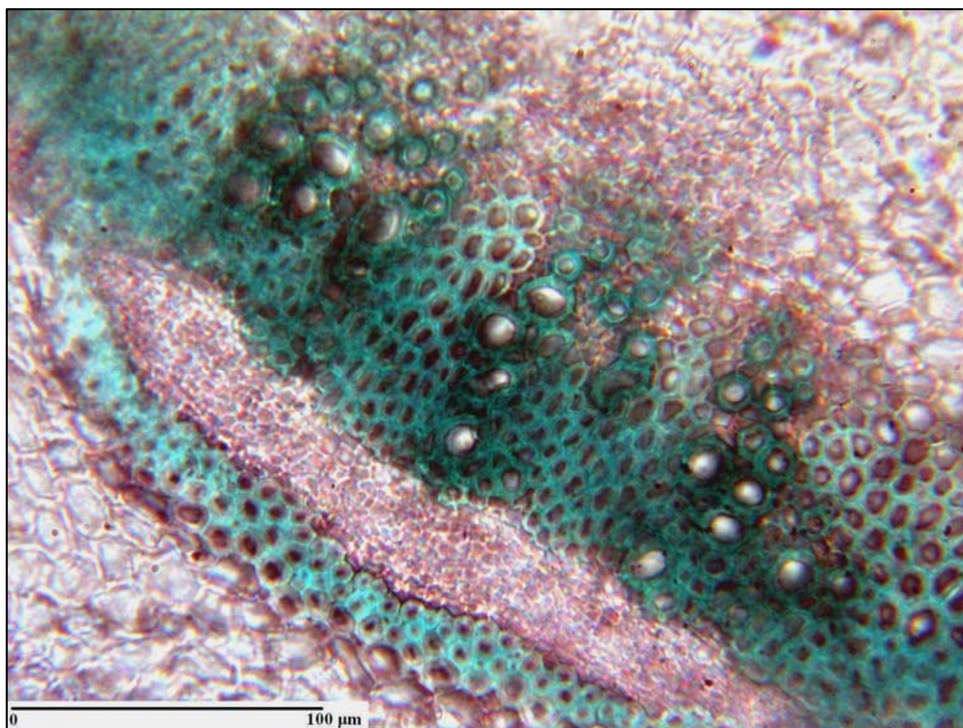


Fig. 107

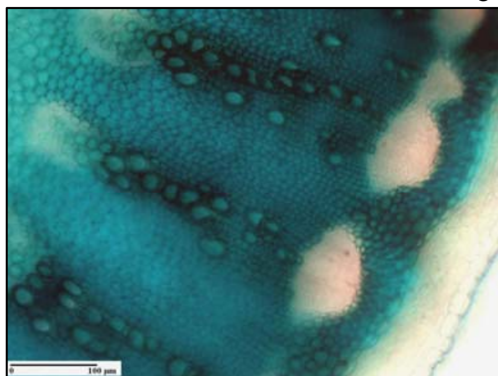


Fig. 108

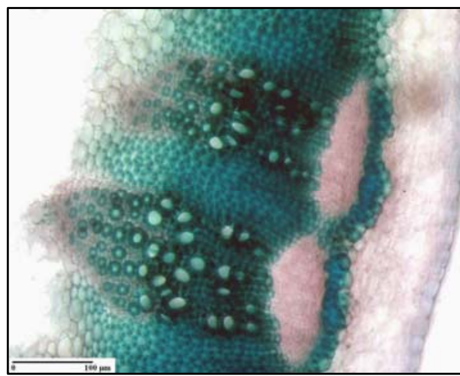
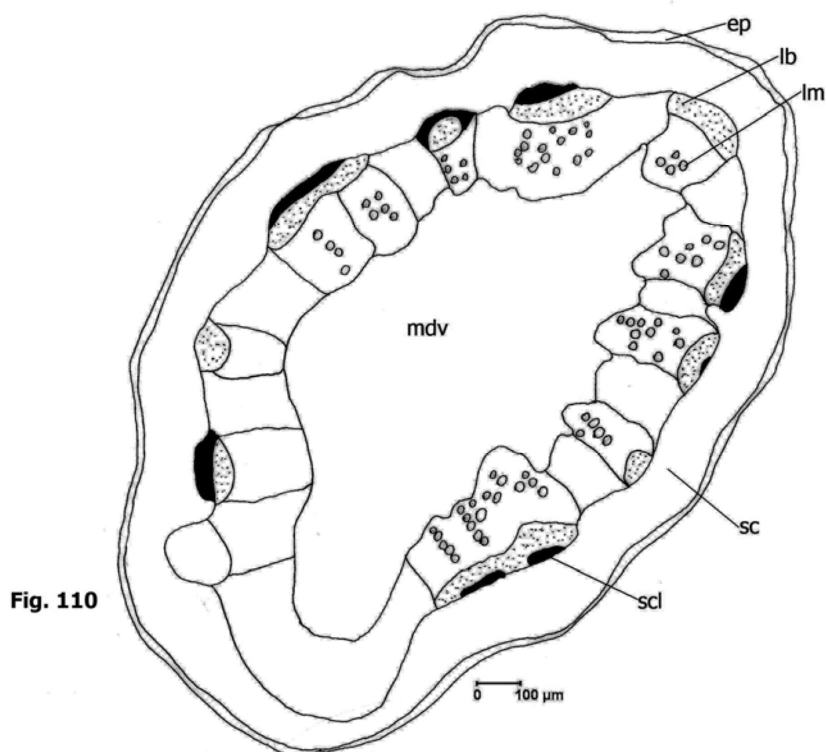
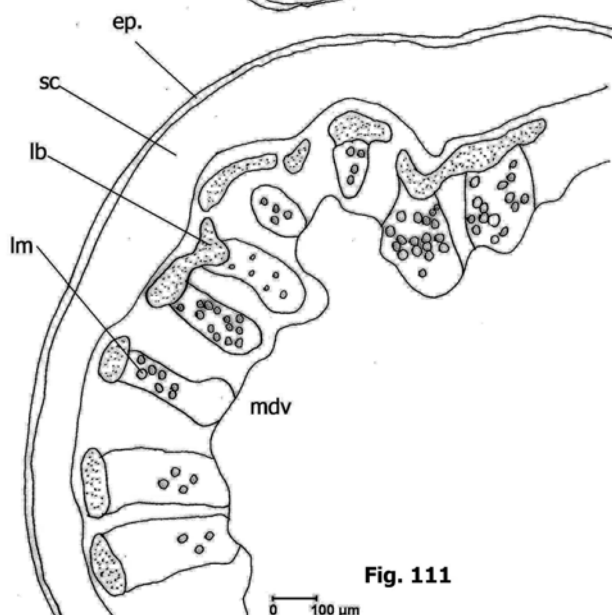


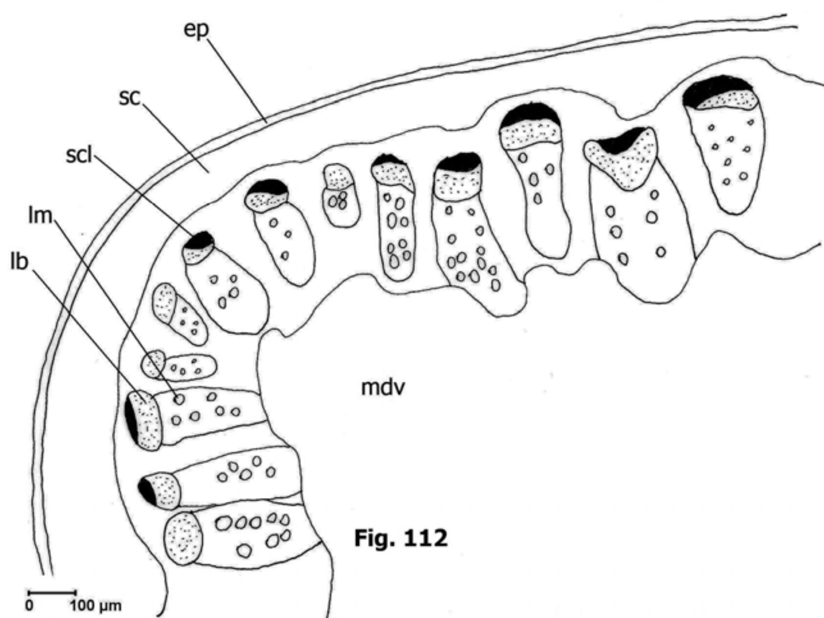
Fig. 109

Lepidium crassifolium. Secțiuni transversale prin tulpina aeriană – treime superioară (Fig. 107), treime mijlocie (Fig. 108) şi treime inferioară (Fig. 109).





Lepidium cartilagineum. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 110) şi treime mijlocie (Fig. 111): scheme.



Lepidium cartilagineum. Secțiune transversală prin tulpină, treime inferioară (Fig. 112): schemă.

Frunza

Pețiolul (Fig. 113, 114)

Conturul secțiunii transversale este semilunar, cu un şanț adaxial foarte larg şi puțin adânc.

Epiderma prezintă celule izodiametrice, cu peretele extern mult mai gros decât ceilalți, dar acoperit de o cuticulă subțire.

În poziție hipodermică se află un strat de celule colenchimatizate (Fig. 114).

În parenchimul fundamental, de tip meatic, se află numeroase fascicule conducătoare (aproximativ 25), de dimensiuni diferite, alternând unele foarte mici cu altele mari şi foarte mari, ultimele două categorii având câte un cordon de fibre sclerenchimatice (cu pereții extrem de groşi şi lignificați) la ambii poli (Fig. 113).

Liberul cuprinde tuburi ciuruite şi celule anexe, iar lemnul are vase dispersate neregulat şi separate de celule de parenchim celulozic.

Fasciculele cele mai mici au puține vase de lemn şi doar câteva fibre sclerenchimatice, perifloemice şi chiar perixilemice.

Limbul (Fig. 115, 116, 117)

Epiderma văzută de față prezintă celule de contur poligonal, cu pereții laterali drepți. Stomatele, de tip anizocitic, sunt numeroase pe unitatea de suprafață şi prezente pe ambele fețe ale limbului, deci acesta este amfistomatic.

În **secțiune transversală** (Fig. 115, 116, 117), nervura mediană proemină slab la fața inferioară a limbului şi cuprinde câteva (5-6) fascicule conducătoare, dintre care unul foarte mare, cu fibre sclerenchimatice la ambii poli (Fig. 115); astfel de fascicule, dar de mărime intermediară, se află pe toată lățimea limbului.

Epiderma prezintă celule izodiametrice, cu pereții intern şi extern mult mai groşi decât cei laterali; peretele extern este acoperit de o cuticulă relativ groasă. Din loc în loc se observă stomate.

Mezofilul este de tip palisadic (2-3 straturi) sub ambele epiderme (Fig. 116, 117), între cele două palisade se află 2-3 straturi de celule izodiametrice, formând țesutul lacunos. Deci limbul are o structură bifacială ecvifacială. O asemenea structură a fost evidențiată şi la alte specii de *Brassicaceae*, cum ar fi *Cakile maritima* sau *Eryngimum maritimum* (Toma, Flenchea -Teodorescu, Răşcanu, Zaharia, 1979) sau la *Lepidium ruderale* (Chermezon, 1910). O asemenea structură, cu celule palisadice înalte, poate conferi un relativ caracter de suculență frunzelor.

Ceea ce atrage în mod deosebit atenția este numărul extrem de mare de fascicule conducătoare, de mărime foarte diferită, cele mai mici fiind lipsite de fibre sclerenchimatice la cei doi poli.

Această specie rară este una mezofilă către higrofilă, puternic alcalinofilă, de la potrivit la puternic euhalofilă. Creşte pe grinduri uşoare de luncă sau de coastă, pe lăcovişti adânc salinizate, uscate vara la suprafață (Bucur şi colab., 1960). Şerbănescu (1965) o încadra în categoria halofitelor de asociații sodice, iar solul pe care vegetează este bogat în apă, cu un pH de 9-10. Noi am recoltat-o de pe un sol nisipos-argilos, bogat în apă, dar cu un regim hidric fluctuant, uneori fiind posibilă chiar o perioadă de uscăciune. Dar credem că specia este mai degrabă legată de umiditate crescută în sol, ceea ce se explică prin prezența indivizilor în apropierea zonelor umede din apropierea sursei de apă; în plus, în regiunile mai înalte şi mai uscate nu am întâlnit-o deloc.

Şi Prodan (1922) era de aceeaşi părere şi anume că planta are nevoie de un oarecare grad de umezeală. Fireşte, adaptarea unei specii nu se rezumă numai la trăsăturile ei morfo-anatomice. Pentru specia investigată de noi s-a înregistrat un conținut ridicat de prolină în frunze, care activează ca un compus osmotic activ în citoplasmă („osmolyte”) (Mile et al., 2002), ceea ce permite o mai bună toleranță la săruri.


Fig. 113

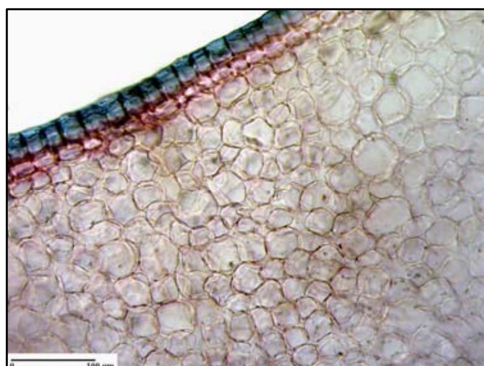
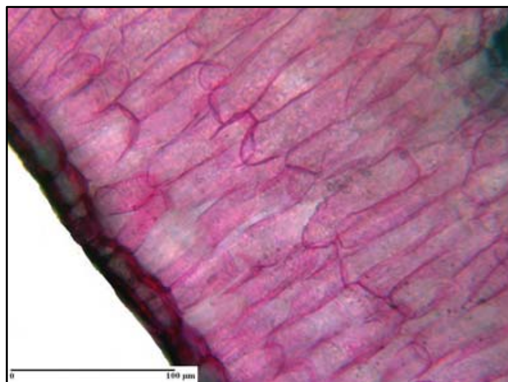
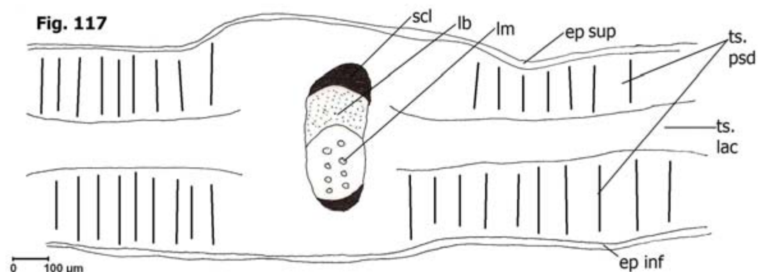

Fig. 114


Fig. 115


Fig. 116



Lepidium crassifolium. Secțiuni transversale prin pețiol (Fig. 113-114) şi prin limbul foliar (Fig. 115, 116, 117).

Lepidium latifolium L.

Rizomul (Fig. 118, 119, 120, 124)

Observațiile noastre histo-anatomice completează în primul rând precizările care se fac în *Flora R. P. R.* (1955), volumul III, cu referire la caracterul de perenitate al speciei pe care am investigat-o. Deşi se precizează că este o plantă perenă, nu se menționează nimic privitor la organul care asigură perenitatea plantei, adică la rizom. Noi am evidențiat şi analizat, deci, din punct de vedere histo-anatomic şi rizomul la această specie.

Structura secundară este rezultatul activității ambelor meristeme laterale.

Felogenul, diferențiat în poziție hipodermică, produce o pătură relativ groasă (5-6 straturi) de suber şi o pătură mai subțire (3 straturi) de feloderm moderat colenchimatizat tangențial. La periferia suberului sunt vizibile încă, pe alocuri, aderențe ale epidermei.

În grosimea parenchimului cortical, de tip celulozic şi meatic, sunt dispersate numeroase grupe de elemente sclerenchimatice, cu pereții extrem de îngroşați şi intens lignificați (Fig. 120); rareori aceste elemente mecanice sunt solitare, dispersate dezordonat.

Pe seama activității cambiului a rezultat un inel relativ subțire de liber secundar (în contact cu el aflându-se cele mai interne grupe de elemente sclerenchimatice) şi un inel gros de lemn secundar.

În inelul de liber secundar se disting zone radiare de elemente conducătoare (unele cu pereți colenchimatizați), separate de raze medulare largi, parenchimatic-celulozice, ale căror celule au o dispoziție strict radiară; toate zonele liberiene se află în dreptul cordoanelor interne de elemente sclerenchimatice (Fig. 118).

În inelul gros de lemn secundar, vasele sunt solitare ori grupate puține la un loc la partea internă a inelului, într-un parenchim celulozic bogat (Fig. 119), sau sunt împlântate într-o masă compactă de libriform; acesta din urmă formează două inele concentrice spre exterior, separate de o zonă subțire de parenchim celulozic, în care sunt dispersate şi câteva vase. La fața internă a inelului de lemn secundar sunt prezente numeroase cordoane de elemente sclerenchimatice, dispuse de asemenea concentric, dar separate de parenchim celulozic cu puține vase.

Toate fibrele libriformului au pereți puternic îngroşați, dar mai puțin lignificați decât elementele mecanice din scoarță.

Măduva este relativ groasă, parenchimatic-celulozică, de tip meatic.

Tulpină aeriană, treime superioară (Fig. 121, 125)

La acest nivel s-a trecut deja la structura secundară, dar numai pe seama cambiului.

Epiderma are celulele acoperite de o cuticulă subțire; din loc în loc se observă puține stomate, cu cameră suprastomatică puțin adâncă.

Parenchimul cortical este relativ compact şi format din celule mici; celulele stratului intern sunt mai mari, alungite tangențial, amintind de un endodermoid.

Fasciculele conducătoare prezintă la periferia liberului câte un cordon subțire de fibre sclerenchimatice cu pereții moderat îngroşați, dar nelignificați (Fig. 121).

Cea mai mare parte a lemnului este de origine primară, vasele fiind separate de parenchim celulozic; spre liber, lemnul este deja de origine secundară, în el predominând libriformul puternic sclerificat, dar nelignificat; doar la contactul direct cu liberul se află un arc concav de elemente cu pereții moderat sclerificați şi intens lignificați.

Razele medulare sunt puternic sclerificate, dar nelignificate.

Tulpină aeriană, treime mijlocie (Fig. 122, 126)

Celulele epidermice sunt adesea izodiametrice, dar acoperite de o cuticulă groasă.

Cordoanele de sclerenchim perifloemic au puține fibre, cu pereții mai subțiri şi foarte slab lignificați (Fig. 122).

Țesuturile conducătoare sunt de tip fascicular, deşi au început de structură secundară.

Tulpină aeriană, treime inferioară (Fig. 123, 127)

Structura este secundară, dar rezultată numai din activitatea cambiului.

Epiderma prezintă celule de grosime diferită, toate fiind uşor alungite tangențial, cu pereții intern şi extern mai îngroşați decât ceilalți, peretele extern este acoperit de o cuticulă relativ groasă. Din loc în loc se observă stomate, cu o cameră suprastomatică puțin adâncă.

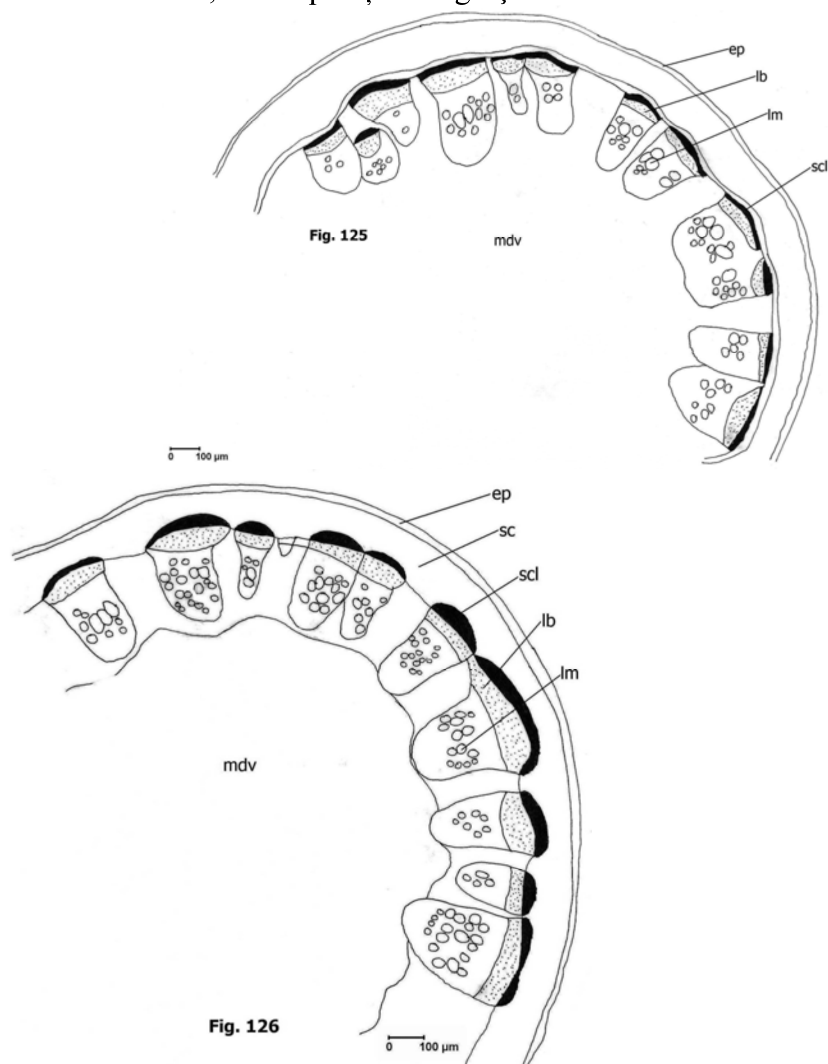
Scoarța este subțire, cu celule mici, cele de la periferia cordoanelor de sclerenchim perifloemic fiind vizibil aplatizate radiar.

Din activitatea cambiului a rezultat un inel relativ subțire de liber secundar, străbătut de numeroase raze medulare parenchimatic-celulozice, care fac ca liberul propriu-zis să ne apară de formă fasciculară, având la periferie câte un cordon de fibre sclerenchimatice cu pereții foarte puternic îngroşați şi lignificați (Fig. 123).

Inelul de lemn secundar este mult mai gros, în el predominând libriformul, intens sclerificat şi lignificat.

În grosimea inelului de lemn secundar alternează zone radiare în care predomină vasele separate de zone formate numai din libriform. La fața internă a zonelor radiare de vase şi de libriform este vizibil lemnul primar, cu vase de calibru mai mic şi separate de celule de parenchim celulozic. La fața internă a lemnului primar se disting cordoane subțiri de fibre sclerenchimatice.

Măduva este foarte groasă, parenchimatic-lignificată, de tip meatic sau de tip lacunos, pereții celulelor fiind moderat îngroşați. În grosimea măduvei sunt vizibile mai multe raze parenchimatic- lignificate, dar cu celule mai mari, având pereții mai groşi.



Lepidium latifolium Secțiune transversală prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 125) şi treime mijlocie (Fig. 126): scheme.

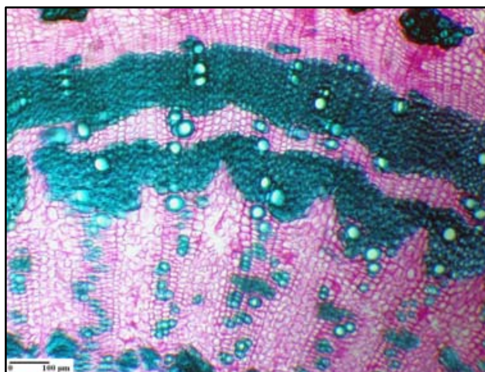

Fig. 118


Fig. 119

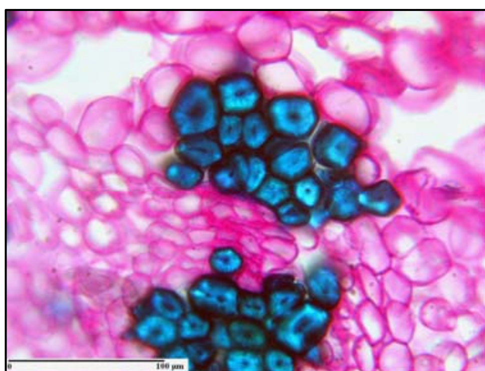
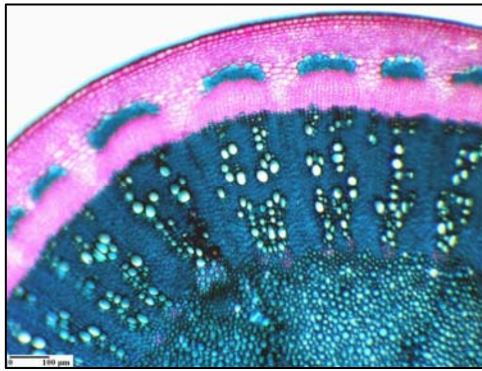
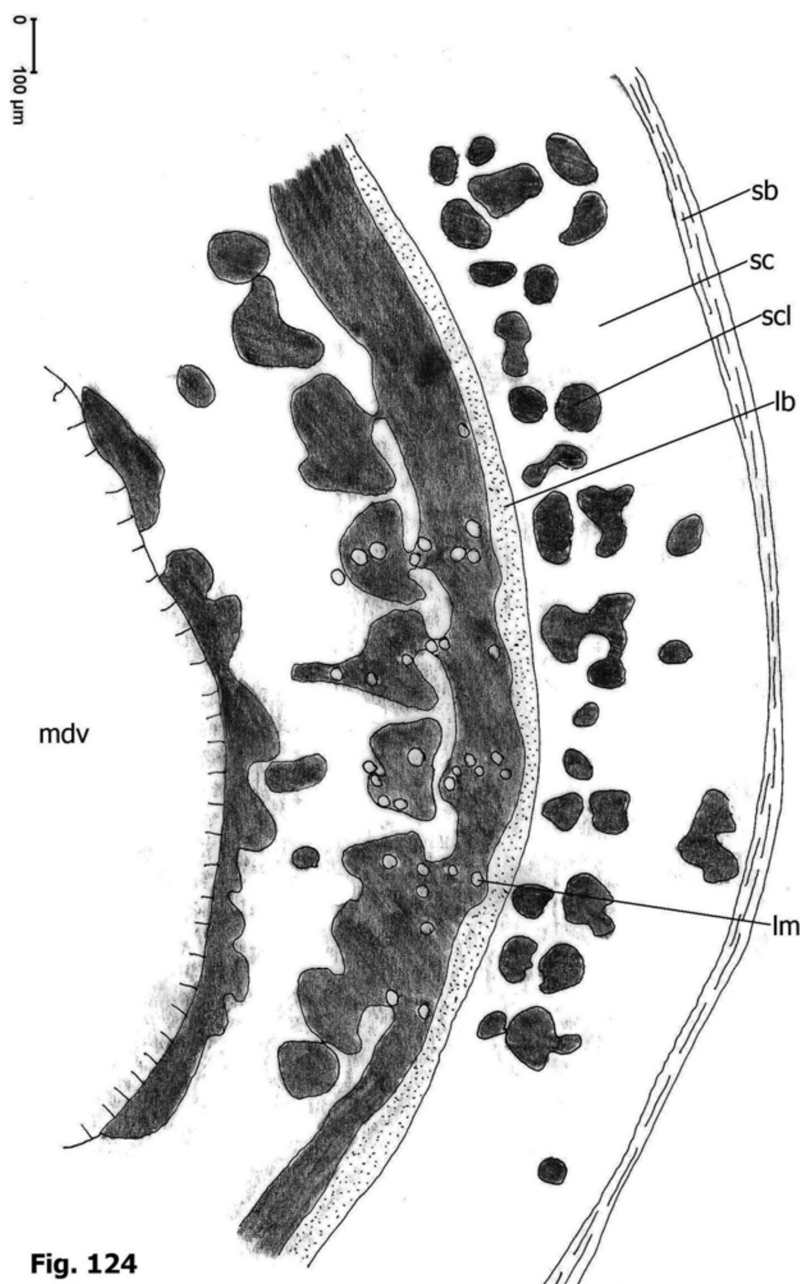

Fig. 120


Fig. 121

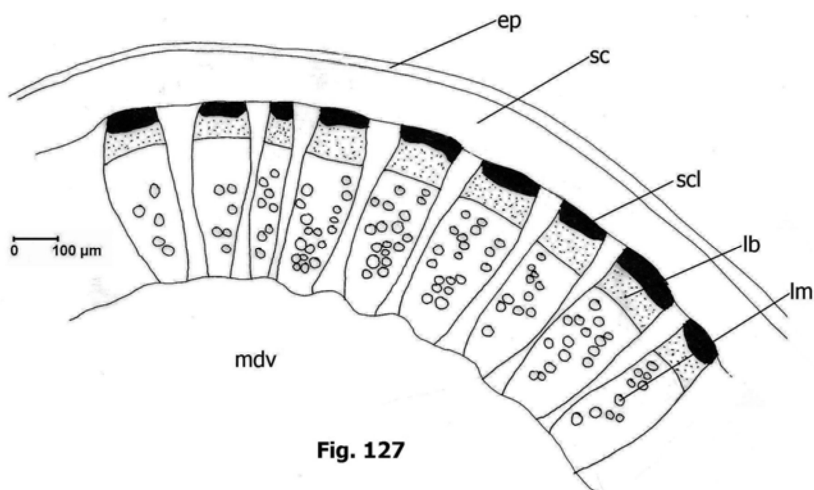

Fig. 122


Fig. 123

Lepidium latifolium. Secțiuni transversale prin rizom (Fig. 118, 119, 120) şi prin tulpină aeriană, treime superioară (Fig. 121), treime mijlocie (Fig. 122) şi treime inferioară (Fig. 123).



Lepidium latifolium. Secțiune transversală prin rizom (Fig. 124): schemă.



Lepidium latifolium. Secțiune transversală prin tulpina aeriană, treime inferioară (Fig. 127): schemă.

Frunza

Limbul (Fig. 128-135)

Epiderma văzută de față (Fig. 134) este formată din celule de contur poligonal, cu pereții laterali drepți ori slab curbați. Stomatele sunt de tip anizocitic, localizate în ambele epiderme, deci limbul este amfistomatic; suprafața celulelor epidermice este traversată de numeroase striuri cuticulare. În lungul nervurilor, celulele sunt mai lungi, cu striuri cuticulare mai vizibile.

În secțiune transversală, treime superioară (Fig. 128, 129, 135), nervura mediană proemină foarte puțin la fața inferioară a limbului şi prezintă un fascicul conducător mare, cu structură primară, având vasele cu pereții nelignificați; la cei doi poli se află câte 1-2 straturi de fibre sclerenchimatice cu pereții îngroşați, dar nelignificați (Fig. 128). Ambele epiderme au celule cu peretele extern foarte gros şi acoperit de cuticulă.

Nervurile laterale, de diferite ordine, sunt mai mici, cu foarte puține vase de lemn şi cu puține fibre sclerenchimatice la polul liberian (doar la fasciculele mai mari). Între nervurile laterale, celulele epidermice sunt mai alungite tangențial, cu pereții intern, dar mai ales extern, vizibil îngroşați.

Subliniem în mod deosebit grosimea ieşită din comun a peretelui epidermic extern, acoperit de o cuticulă striată, pe toată suprafața frunzei (Fig. 128).

Mezofilul este compact, aproape în întregime şi la ambele feţe de tip palisadic (Fig. 129), dar cu celulele relativ joase. Doar la mijlocul mezofilului celulele dintre nervurile laterale sunt izodiametrice. Deci, limbul are o structură bifacială ecvifacială, cu mezofilul centric heterogen.

În ambele epiderme, stomatele au cameră suprastomatică vizibilă, iar coastele externe ale celulelor stomatice sunt puternic cutinizate.

Credem că acest caracter, stomatele afundate, reprezintă o uşoară xeromorfoză. Planta a fost recoltată din locuri mai înalte şi mai uscate; aşadar, factorii locali influenţează trăsăturile morfo-anatomice şi, uneori, comparaţii cu aceeaşi specie recoltată din altă staţiune pot fi utile, dar trebuie privite şi cu prudenţă.

Iată care este părerea noastră: speciile cu un spectru ecologic larg (în speţă eurihalofile) nu au adaptări foarte stricte şi foarte bine individualizate în comparaţie cu halofitele obligatorii[19], care au strategii precise, chiar unice, pentru a face faţă condiţiilor vitrege de trai. Acesta este motivul pentru care adesea este foarte greu de caracterizat exact, didactic, o specie care nu aparţine „extremelor" din punct de vedere ecologic[20].

Aproape că putem formula o ipoteză privind adaptările histo-anatomice „extreme": cu cât o specie este mai strict adaptată la un anumit factor de mediu şi are un spectru ecologic mai restrâns, cu atât prezintă adaptări mai simplu de evidenţiat, mai clare şi mai uşor de corelat cu funcţia şi rolul lor; specii intermediare, cu spectru ecologic mai larg, au trăsături anatomice mai „voalate", mai vagi, mai puţin individualizate, exprimând tranziţia între două „extreme", între doi factori ecologici (deşi, mai degrabă este vorba despre acelaşi factor, dar cu valori diferite). Ni se pare mai logic, altfel spus, ca un factor ecologic fluctuant, mediu ca intensitate sau constanţă, să modeleze adaptări la fel de inconstante şi vagi. Deşi, ca preocupări pragmatice, poate că, din contră, aceste forme, să le spunem, „intermediare", sunt mai pline de interes, datorită faptului că printre ele sunt specii care pot fi luate în calcul pentru ameliorarea sau exploatarea unor terenuri cu salinitate medie.

În **treimea mijlocie** (Fig. 130), nervura mediană proemină vizibil la faţa inferioară şi puţin la faţa superioară a limbului. Fasciculul conducător

[19] Deşi termenul de halofită „obligatorie" nu este foarte fericit ales, deşi des uzitat (aşa cum am discutat în lucrarea noastră – Grigore, 2008b), îl folosim pentru a face totuşi distincţia utilă între halofite care nu vegetează decât pe sărături puternice şi cele cu un spectru ecologic mai larg, cum este şi specia de faţă.

[20] Se ştie că e mai simplu să se vorbească despre adaptările grupurilor ecologice „clasice": hidrofitele au adaptări bine definite la mediul acvatic, xerofitele trădează adaptări la uscăciune etc.

median are vasele şi fibrele mecanice de la cei doi poli cu pereții moderat îngroşați, dar nelignificați.

Ambele palisade sunt tristratificate, celulele straturilor hipodermice fiind uşor mai înalte (Fig. 130).

În **treimea inferioară** (Fig. 131, 132, 133), nervura mediană proemină şi mai puternic la fața inferioară a limbului, iar de o parte şi de alta a sa se află mai multe fascicule, între care două vizibil mai mari, toate cu cordoane de elemente sclerenchimatice la ambii poli (Fig. 131). Parenchimul din zona nervurii mediane este format numai din celule izodiametrice (Fig. 133).

La marginile limbului, celulele palisadice sunt mai joase (Fig. 132), formând doar 1-2 straturi, iar celulele epidermice au peretele extern mult mai gros. În plus, multe din fasciculele conducătoare laterale au fibre sclerenchimatice la ambii poli.

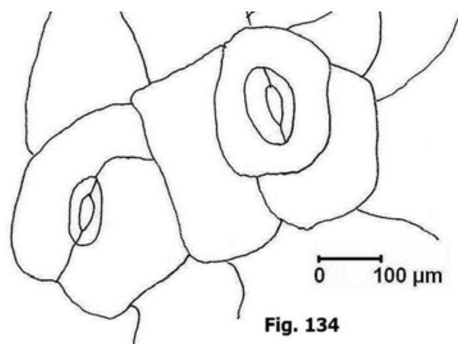


Fig. 134

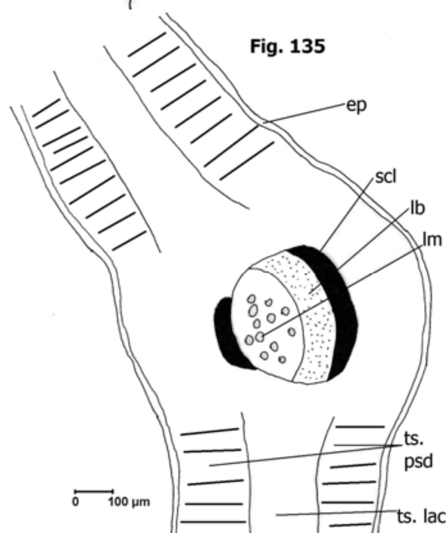


Fig. 135

Lepidium latifolium. Epiderma, văzută de față (Fig. 134) şi secțiune transversală prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 135): schemă.

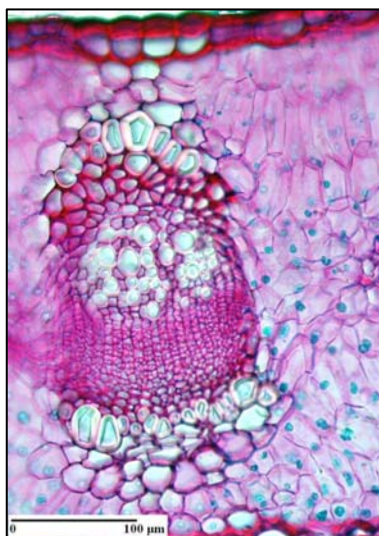


Fig. 128



Fig. 129

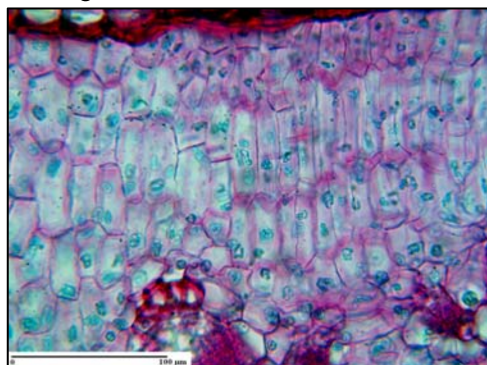


Fig. 130

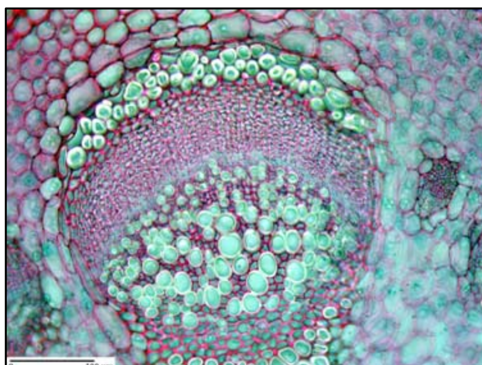


Fig. 131

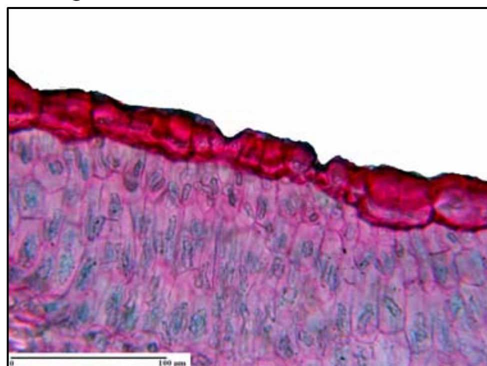


Fig. 132



Fig. 133

Lepidium latifolium. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 128, 129), treime mijlocie (Fig. 130) şi treime inferioară (Fig.131, 132, 133).

Lepidium perfoliatum L.

Rădăcina (Fig. 136, 137, 144)

La nivelul analizat, structura este tipic secundară, rezultată mai cu seamă din activitatea cambiului.

Felogenul produce puțin suber netipic, care se exfoliază treptat, observându-se doar sub formă de aderențe la suprafața organului.

Parenchimul cortical este restrâns la câteva straturi de celule izodiametrice (Fig. 136).

Inelul de liber secundar cuprinde două zone distincte:

- una internă, mai subțire, de liber conducător (tuburi ciuruite, celule anexe);
- alta externă, mai groasă, în care predomină parenchimul liberian şi în care sunt dispersate grupe compacte de fibre liberiene, cu peretele moderat îngroşat , dar intens lignificat.

Pe toată circumferința organului, în inelul liberian alternează zone de țesut conducător cu raze medulare parenchimatic-celulozice.

Corpul central lemnos (Fig. 137) ocupă cea mai mare parte din grosimea rădăcinii şi prezintă două zone distincte:

- una centrală, mai subțire, în care vasele sunt dispersate într-o masă comună de parenchim celulozic;
- alta externă, mult mai groasă, lignificată, în care predomină libriformul, iar vasele sunt dispersate neregulat, fie solitare, fie formând şiruri radiare discontinue.

Toate fibrele libriforme au pereții puțin îngroşați, dar intens lignificați.

Rizomul (Fig. 139,145)

Am investigat rizomul la această specie, evidențiind în acest fel caracterul de plantă perenă, deşi în *Flora R. P. R.* (1955), volumul III, nu se menționează nimic de rizom, şi deci, nici de perenitatea acestei specii.

Structura rizomului este secundară, rezultată în cea mai mare parte din activitatea cambiului.

Felogenul s-a diferențiat doar pe anumite porțiuni şi în poziție hipodermică, dând un suber format din puține straturi de celule netipice şi nu totdeauna suprapuse în şiruri radiare.

Pe cea mai mare parte a circumferinței organului, epiderma este exfoliată, iar felodermul nu diferă de parenchimul cortical subiacent; doar pe alocuri el prezintă celule de colenchim tangențial tipic.

Întreaga structură este asimetrică, ceea ce se traduce prin grosimea diferită a țesuturilor şi zonelor anatomice, prin lignificarea inegală a aceluiaşi țesut pe circumferința organului, prin lărgimea diferită a razelor medulare.

Parenchimul cortical este relativ compact, pe alocuri fiind deja străpuns de primordiile rădăcinilor adventive.

Din activitatea cambiului rezultă zone masive de liber secundar (în care predomină parenchimul), iar la limita dintre acestea şi zonele de lemn secundar se distinge un cambiu foarte gros, pluristratificat.

La nivelul lemnului secundar, separat de raze medulare foarte largi, predomină libriformul, intens lignificat, vasele fiind dispuse în şiruri radiare discontinue (Fig. 138). La fața internă a zonelor de lemn secundar rămâne vizibil lemnul primar, cu vase de diametru mai mic, separate de celule de parenchim celulozic.

Tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 139, 146)

Celulele epidermice prezintă pereții intern şi, mai ales, extern puternic înroşați; peretele extern este acoperit de o cuticulă subțire. Datorită grosimii foarte mari a peretelui extern, lumenul celulelor epidermice este foarte redus, având aspect dreptunghiular. Pe alocuri se observă stomate.

Parenchimul cortical este foarte subțire, cu celulele mult aplatizate radiar şi vizibil alungite tangențial.

La nivelul cilindrului central, structura este deja secundară, dar de tip fascicular (Fig. 139). Liberul cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi puține celule de parenchim liberian. Cambiul este pluristratificat. Lemnul primar prezintă vase separate de parenchim celulozic, iar în lemnul secundar vasele sunt separate de libriform.

Toate fasciculele conducătoare sunt separate de raze medulare largi, formate din celule cu pereți foarte groşi şi în cea mai mare parte intens lignificați. La periferia tuturor fasciculelor se află câte un cordon relativ subțire de fibre sclerenchimatice, asemănătoare celor din razele medulare şi din lemnul secundar.

Măduva este groasă, de tip meatic, în ea proeminând adânc lemnul primar al fasciculelor conducătoare.

Tulpina aeiană, treime mijlocie (Fig. 140, 147)

Față de nivelul anterior analizat:

- toate fibrele sclerenchimatice au pereții intens lignificați;

- lemnul secundar împreună cu razele puternic sclerificate şi lignificate formează un inel continuu, în care vasele sunt dispersate neregulat (Fig. 140);
- lemnul primar pătrunde adânc în măduvă, iar parenchimul perimedular de la acest nivel este lignificat.

Tulpina aeriană, treime inferioară (Fig. 141-143, 148)

Structura se menţine aceeaşi ca şi la nivelul mijlociu, cu deosebirea că:

- inelul lemnos este mai gros, iar frecvenţa vaselor variază pe circumferinţa organului, fiind solitare sau grupate în şiruri radiare scurte; tot lemnul primar este limitat la faţa internă de o zonă de parenchim lignificat;
- la nivelul epidermei se observă rari peri tectori unicelulari, relativ lungi (Fig. 143), cu peretele verucos-îngroşat şi cu vârful obtuz; aceste formaţiuni lipseau la nivelurile superioare ale tulpinii.

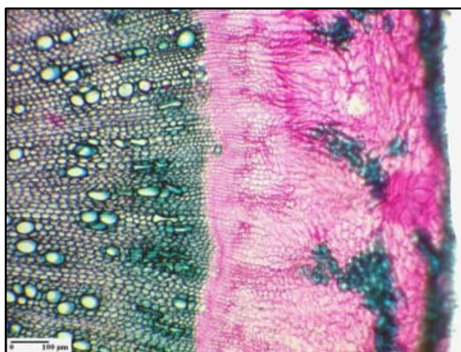


Fig. 136

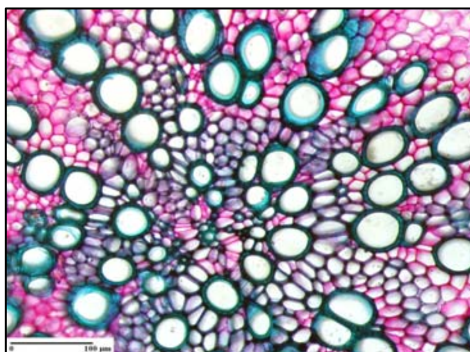


Fig. 137

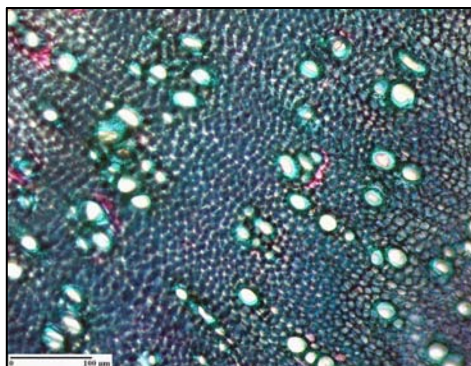


Fig. 138



Fig. 139

Lepidium perfoliatum. Secţiuni transversale prin rădăcină (Fig. 136, 137), prin rizom (Fig. 138) şi prin tulpină aeriană, treime superioară (Fig. 139).

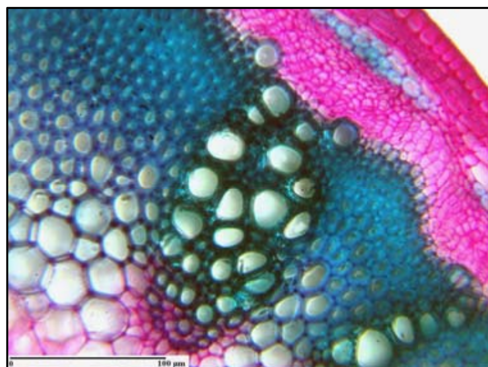


Fig. 140

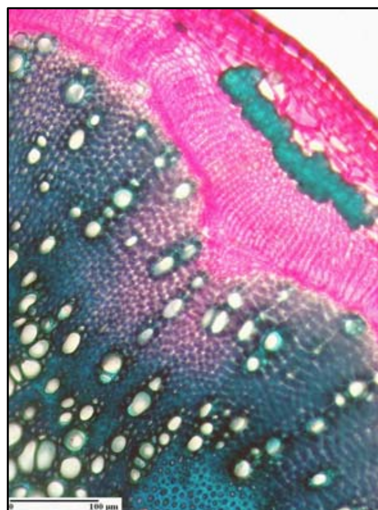


Fig. 141



Fig. 142

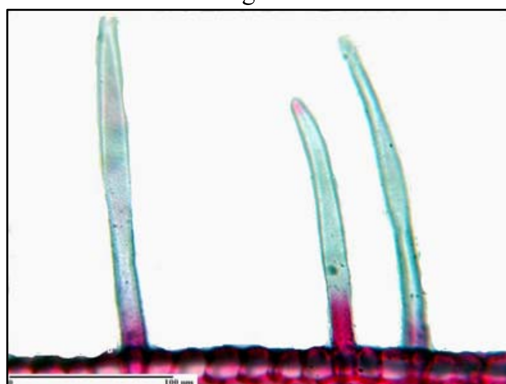
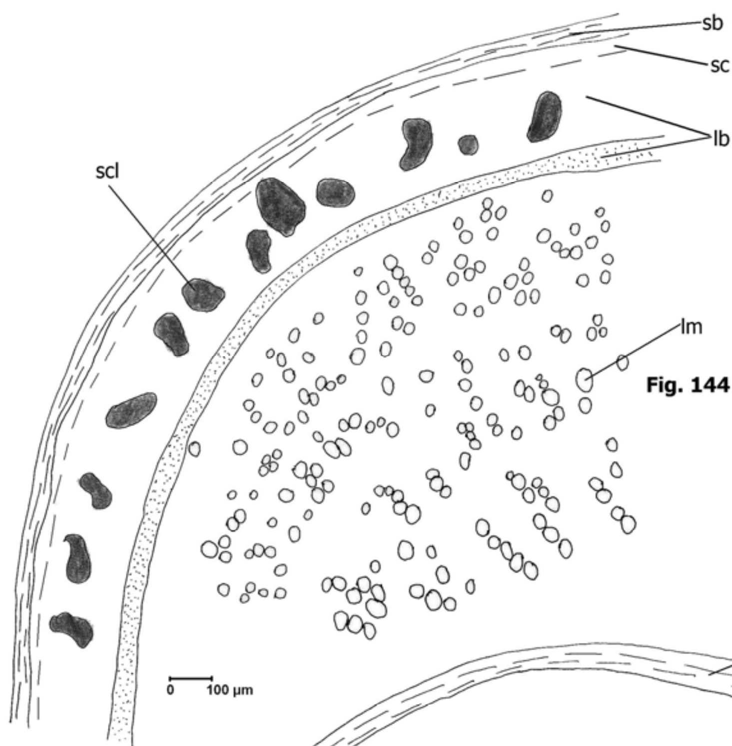
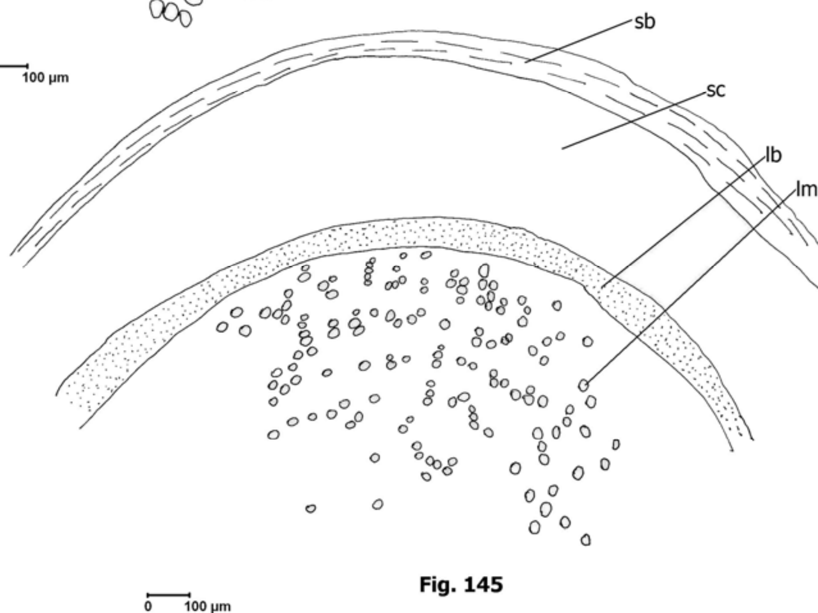


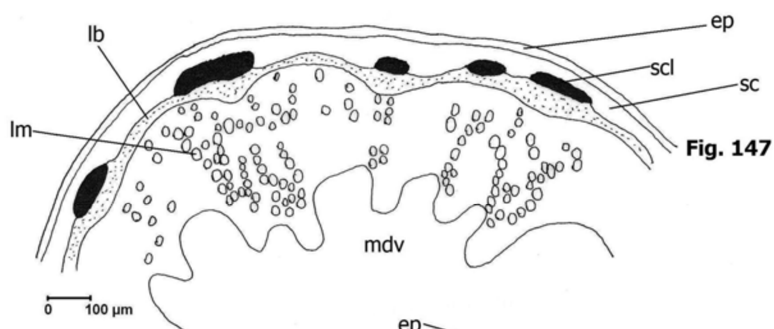
Fig. 143

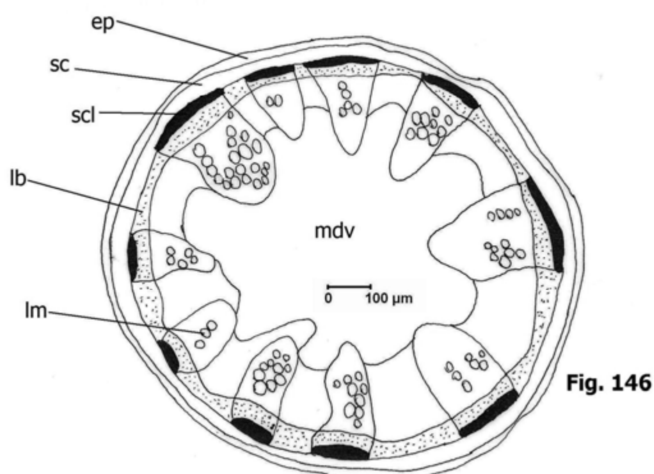
Lepidium perfoliatum. Secțiune transversală prin tulpina aeriană, treime mijlocie (Fig. 140) şi treime inferioară (Fig. 141-143).

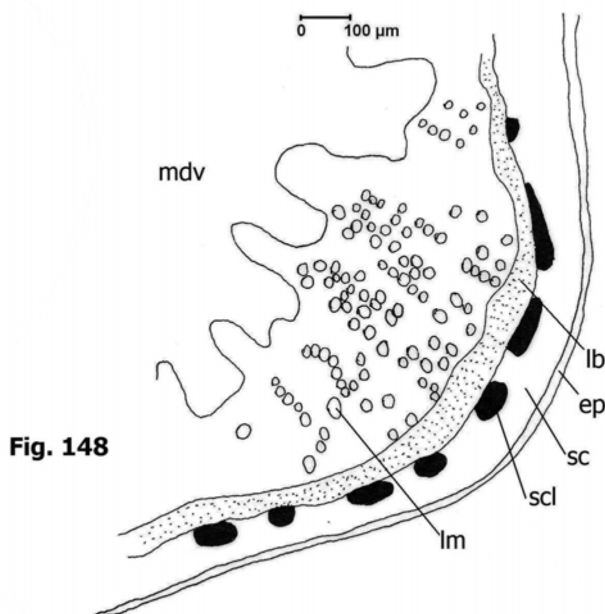




Lepidium perfoliatum. Secțiuni transversale prin rădăcină (Fig. 144) şi prin rizom (Fig. 145): scheme.







Lepidium perfoliatum. Secțiuni transversale prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 146), treime mijlocie (Fig. 147) şi treime inferioară (Fig. 1148): scheme.

Frunza (Fig. 149-151)

Epiderma văzută de faţă are celulele de contur neregulat, cu pereţii laterali sinuoşi. Stomatele, de tip diacitic, sunt prezente în ambele epiderme, deci limbul este amfistomatic. Pereţii laterali ai celulelor epidermice de la faţa superioară a limbului sunt mai puţin ondulaţi. Din loc în loc se observă foarte rari peri tectori unicelulari.

În **secţiune transversală** prin limbul foliar, nervura mediană şi nervurile laterale de ordinul I proemină la ambele feţe ale limbului (Fig. 149), dar mai ales la cea inferioară, toate având câte un fascicul conducător mare, înconjurat de celule izodiametrice (Fig. 150); la faţa internă a lemnului sunt vizibile mai multe fibre sclerenchimatice cu pereţi nelignificaţi. Epiderma are celule cu peretele extern gros, acoperit de o cuticulă fin striată.

Mezofilul este relativ subţire, de tip palisadic, cu celulele straturilor hipodermice relativ joase. Celule palisadice joase (Fig. 151) sunt vizibile şi în dreptul nervurii mediane, la faţa superioară. Deci, limbul are o structură bifacială ecvifacială.

Stomatele nu prezintă cameră suprastomatică.

Această specie este mai apropiată ca cerinţe ecologice de *L. crassifolium*, preferând soluri argiloase, umede, puţin sărate (Prodan, 1922).

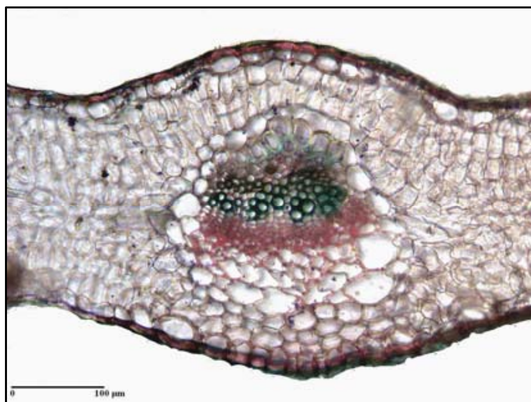


Fig. 149

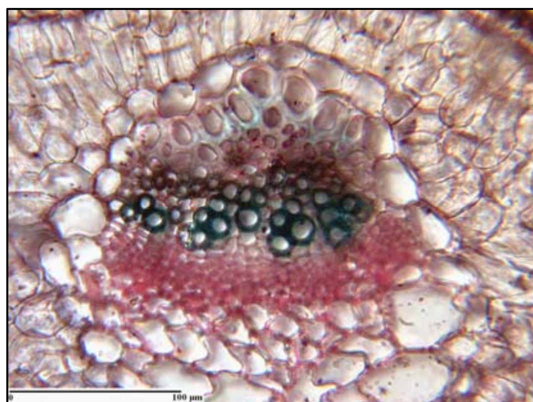


Fig. 150

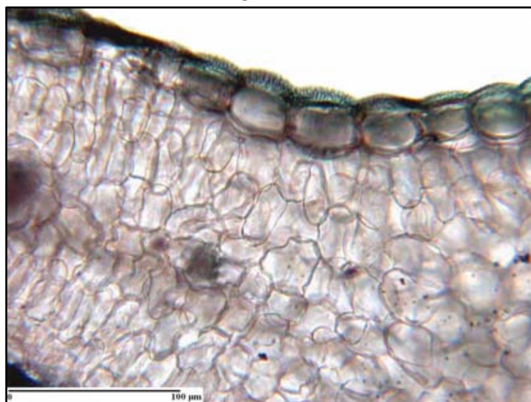


Fig. 151

Lepidium perfoliatum. Secțiuni transversale prin limbul foliar (Fig. 149-151).

Familia *Caryophyllaceae*

Spergularia media (L.) C. Presl

Rădăcină – **treime inferioară** (Fig. 152, 153, 160)

La acest nivel, structura este secundară, rezultat al activității ambelor meristeme laterale: cambiul şi felogenul.

Felogenul a produs deja mai multe (5–) straturi de suber spre exterior şi mai puține straturi de feloderm spre interior, ambele țesuturi secundare având elemente cu dispoziție radiară (Fig. 152). În felul acesta, o parte din scoarța primară s-a exfoliat o dată cu rizoderma, ca şi cele mai vechi straturi de celule suberoase.

Scoarța primară este groasă, parenchimatic-celulozică, de tip meatic; din loc în loc, unele celule ale straturilor interne se dezorganizează, rezultând cavități aerifere mari, de contur neregulat (Fig. 152). Aşa cum am arătat într-un articol publicat anterior, formarea aerenchimului este corelată cu umiditatea excesivă din sol (Grigore şi Toma, 2006a). Această adaptare la higrofilie, pe care am discutat-o mai pe larg în rândurile anterioare, se explică prin spectrul ecologic al speciei. Aceasta este o specie frecvent mezofilă către higrofilă, potrivit alcalinofilă, de la slab la potrivit halofilă. Se dezvoltă prin ochiurile de sărătură neînierbate de luncă, cu sol reavăn slab salinizat; este o specie cu tulpini şi frunze uşor suculente (Bucur şi colab., 1960). Şerbănescu (1965) aprecia că este o specie ce vegetează pe soluri mai mult sau mai puțin umede, în asociații clorurice. După cum afirmam, suculența în general este asociată cu ionii de clor (Waisel, 1972).

În scoarța internă se observă 2 arcuri opuse de fascicule conducătoare libero-lemnoase, cu structură primară; între aceste arcuri pot fi observate şi grupe de elemente liberiene separate de raze parenchimatice.

Cambiul a produs puține elemente conducătoare secundare:

– un inel subțire de liber, cu elemente puternic colenchimatizate (tuburi ciuruite, celule anexe şi puține celule de parenchim liberian;

– un corp lemnos central, cu numeroase vase de diametru diferit şi dispersate neregulat, separate de elemente libriforme şi foarte puține celule de parenchim lemnos celulozic (Fig. 153).

Rădăcină – **treime mijlocie** (Fig. 154, 155, 161)

Structura generală se menține aceeaşi, cu deosebirea că numărul fasciculelor conducătoare libero-lemnoase din scoarța internă este mult mai mare, toate fiind dispuse pe un cerc şi având doar structură primară (Fig. 154).

În axul rădăcinii (Fig. 155) sunt vizibile 2 raze parenchimatic-celulozice, iar în dreptul lor, 2 grupe de vase de lemn primar, ceea ce ar dovedi că structura primară este de tip *diarh*.

Rădăcină – **treime superioară** (Fig. 156, 162)

Deşi grosimea rădăcinii este vizibil mai mare, corpul lemnos central inițial (Fig. 156) rămâne de aceeaşi grosime ca şi inelul de liber de la periferia lui. La acest nivel şi corpul lemnos central este vizibil parenchimatizat, predominând celulele de parenchim lemnos față de elementele libriforme.

Tulpină – **treime superioară** (Fig. 157, 163)

Conturul secțiunii transversale este eliptic-circular, cu câteva coaste puțin proeminente.

Epiderma prezintă celule mari, izodiametrice, cu peretele intern puternic bombat şi cu cel extern mai gros, acoperit de o cuticulă striată. Din loc în loc se observă peri secretori pluricelulari, uniseriați, de lungime diferită, cu glanda unicelulară, sferică (Fig. 157), amintind de perii întâlniți la reprezentanții familiilor *Primulaceae* şi *Geraniaceae*, aceştia fiind descrişi şi de Chermezon (1910) la specia *Spergularia marginata.* Din loc în loc se observă şi stomate.

Scoarța are grosime diferită pe circumferința organului, numărul straturilor de celule parenchimatice variind de la 4 la 6.

Cilindrul central este gros şi începe cu un periciclu de două tipuri: sclerenchimatic (1-2 straturi) spre exterior şi parenchimatic (1-2 straturi) spre interior.

Țesuturile conducătoare formează 2 inele concentrice: unul extern mai subțire de liber şi altul intern mai gros de lemn, ambele cu structură primară. Liberul este format din tuburi ciuruite şi celule anexe, iar lemnul are vasele dispuse în şiruri radiare, separate de parenchim celulozic.

Măduva este parenchimatic-celulozică, de tip meatic.

Tulpină – **treime mijlocie** (Fig. 158)

Structura generală se menține aceeaşi, cu următoarele deosebiri:

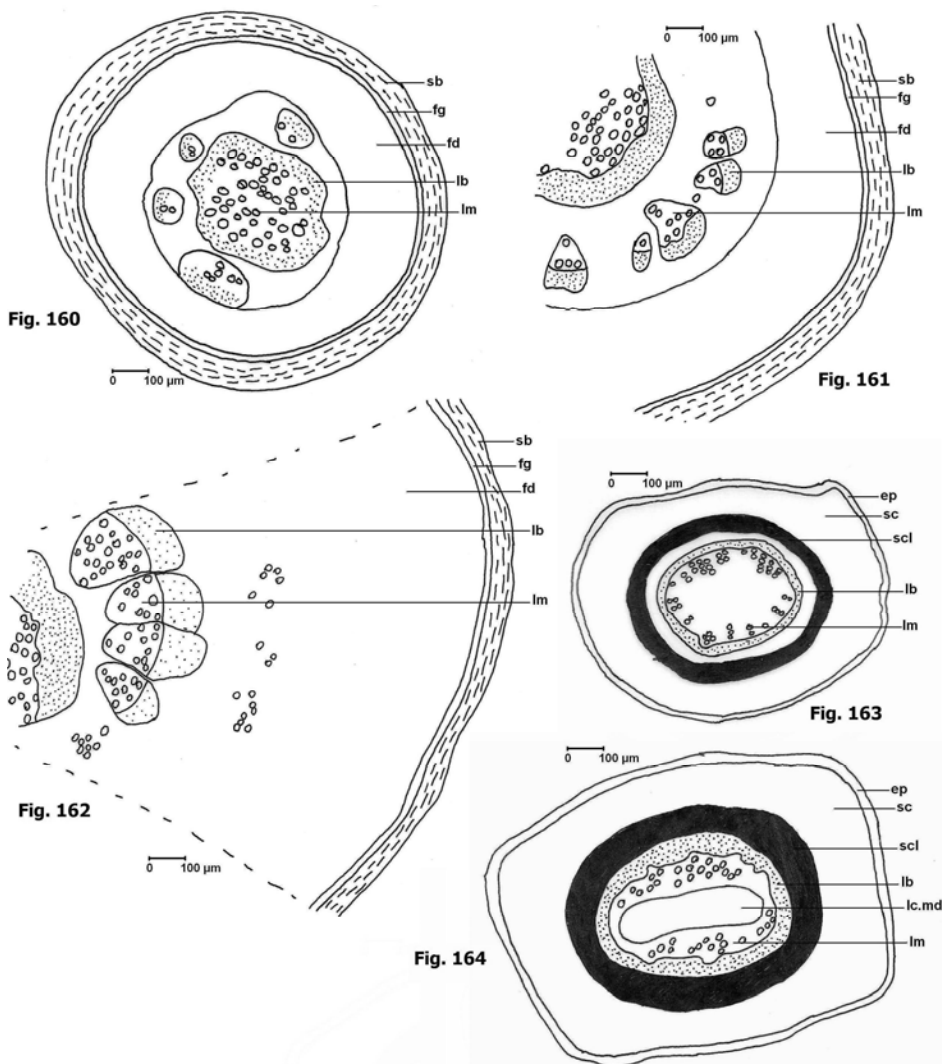
– perii secretori sunt foarte rari sau lipsesc;
– celulele epidermice au peretele extern mai gros;
– inelul periciclic este aproape în totalitate de tip sclerenchimatic şi intens lignificat (Fig. 158);
– unele celule din parenchimul cortical conțin ursini de oxalat de calciu.

Tulpină – **treime inferioară** (Fig. 159, 164)

Structura se menține asemănătoare cu cea de la nivelurile anterior analizate, dar conturul secțiunii transversale devine aproape dreptunghiular, iar

lignificarea sclerenchimului periciclic şi a lemnului este mai intensă (Fig. 159). În plus, în grosimea lemnului se observă, pe alocuri, şi puține elemente de libriform (Fig. 159), dovadă că a funcționat deja țesutul cambial.

Parenchimul perimedular de la fața internă a lemnului este vizibil colenchimatizat, ca şi elementele inelului de liber.



Spergularia media. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 160), treime mijlocie (Fig. 161) şi treime superioară (Fig. 162), precum şi prin tulpină, treime superioară (Fig. 163) şi treime inferioară (Fig. 164): scheme.



Fig. 152

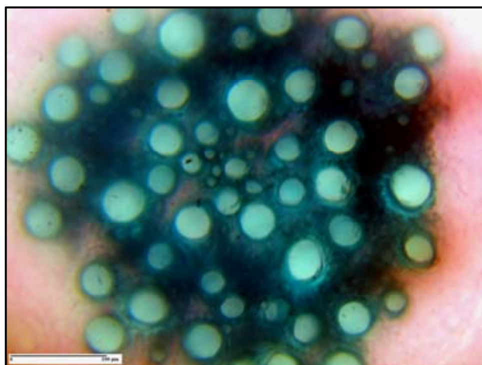


Fig. 153

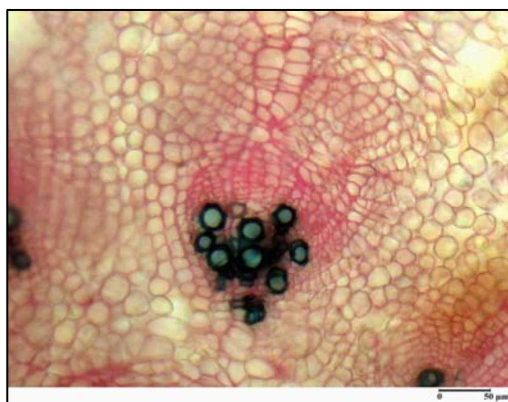


Fig. 154

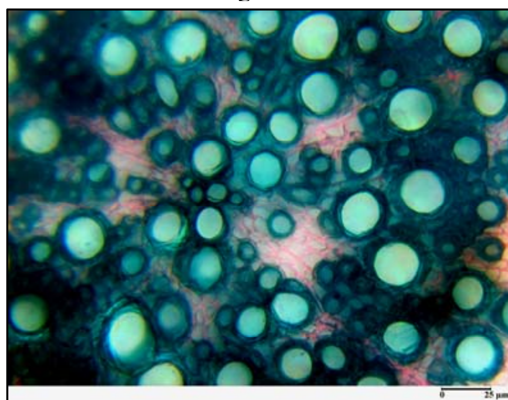


Fig. 155

Spergularia media. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 152-153) şi treime mijlocie (Fig. 154-155).

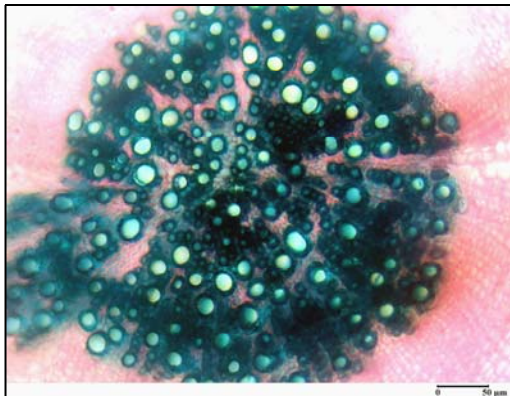


Fig. 156



Fig. 157



Fig. 158



Fig. 159

Spergularia media. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime superioară (Fig. 156) şi prin tulpină, treime superioară (Fig. 157), treime mijlocie (Fig. 158) şi treime inferioară (Fig. 159).

Frunza (Fig. 171-174)

Limbul. Epiderma văzută de față este formată din celule de contur neregulat, cu pereții laterali ondulați (Fig. 171). Din loc în loc se observă stomate de tip diacitic în ambele epiderme, deci limbul este amfistomatic (aşa cum a subliniat şi Zarrinkamar în 2001).

În **secțiune transversală prin limbul foliar cilindric – treime superioară** (Fig. 165-167), conturul este circular.

Epiderma prezintă celule mari, cu peretele extern mai gros decât ceilalți, dar acoperit de o cuticulă subțire, caracter evidențiat şi de Chermezon (1910) pentru *Spergularia lebeliana*. Din loc în loc se observă stomate, cu celule foarte mici în comparație cu cele tipic epidermice (Fig. 167).

Mezofilul este în cea mai mare parte de tip palisadic, pe toată circumferința secțiunii (Fig. 165, 172). Celulele mezofilului central sunt mult mai mari, uneori izodiametrice, amintind de un țesut lacunos tipic. Multe celule din mezofil conțin ursini de oxalat de calciu (Fig. 166). După dispoziția țesuturilor foliare, această specie pare să fie una de tip C_3 (Frey şi Kürschner, 1983).

Țesutul conducător este reprezentat de o bandă de fascicule libero-lemnoase, din care cel median este ceva mai mare şi înconjurat de câteva elemente colenchimatizate.

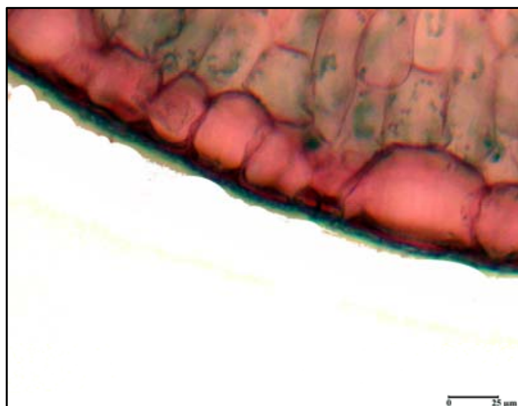
În **treimea mijlocie** (Fig. 168), structura se menține aceeaşi, cu deosebirea că şi cele mai multe celule ale mezofilului intern sunt înalte, de aspect palisadic, dar foarte sărace în cloroplaste (Fig. 173).

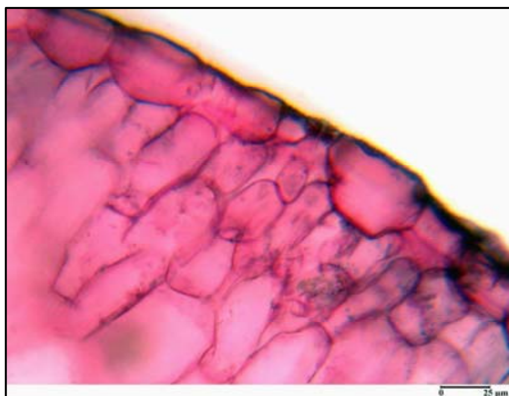
În **treimea inferioară** (Fig. 169-170), conturul secțiunii transversale este semicircular, cu fața adaxială plană.

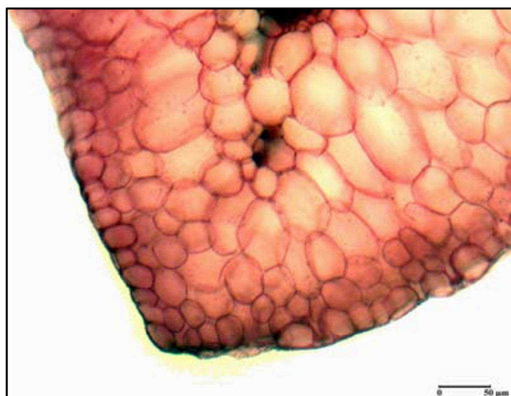
Mezofilul este în totalitate de tip lacunos (Fig. 169, 170 şi 174), iar țesutul conducător formează 3 fascicule, din care cel median este mult mai mare.

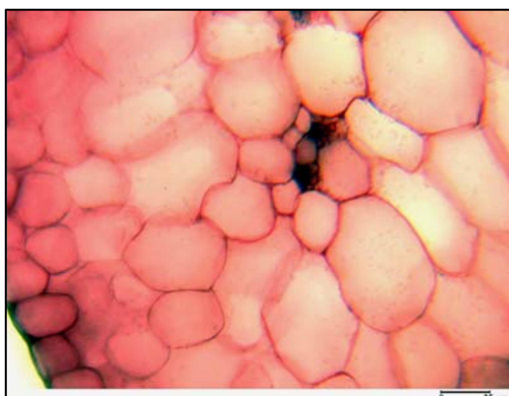

Fig. 165


Fig. 166

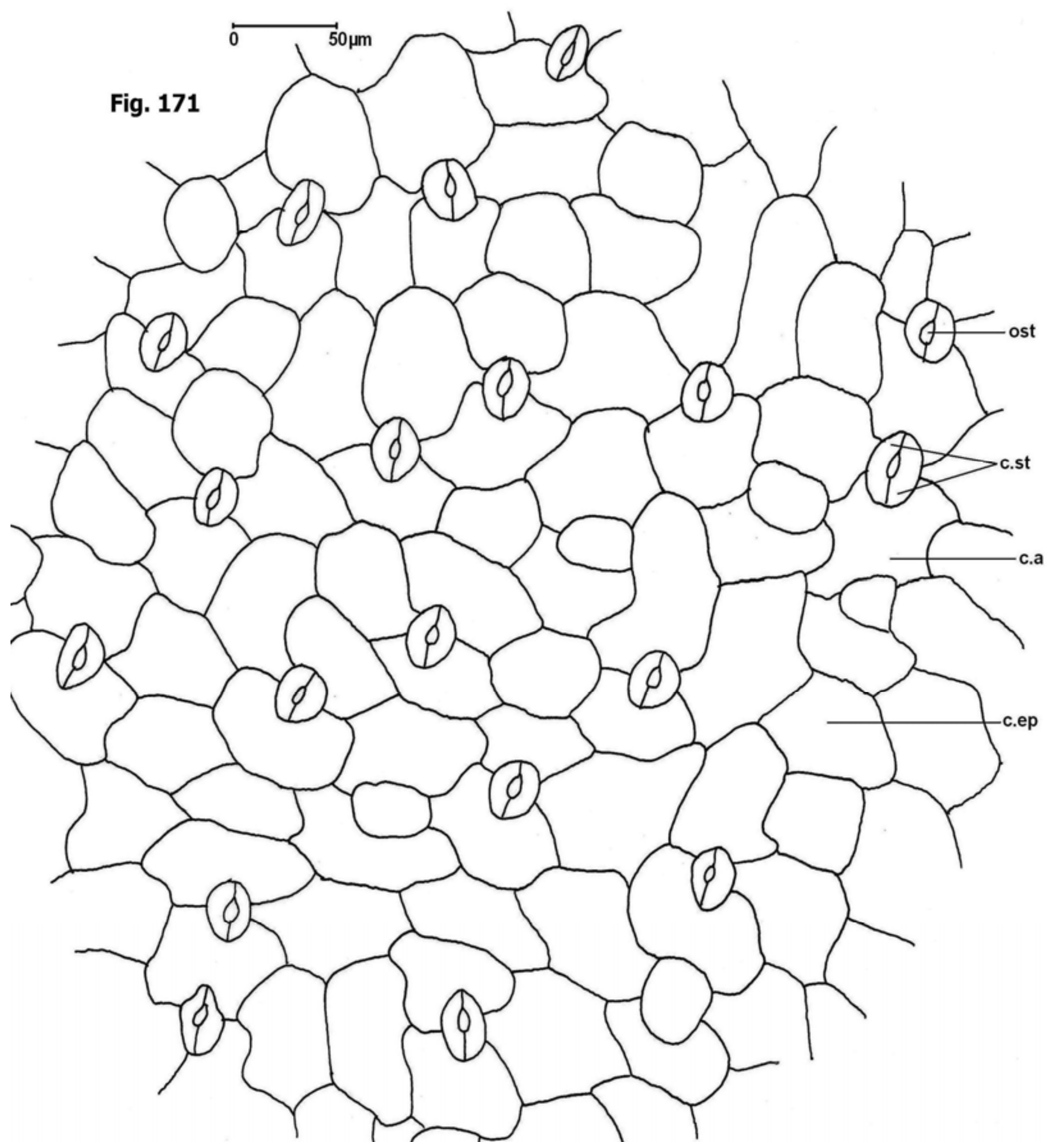

Fig. 167


Fig. 168

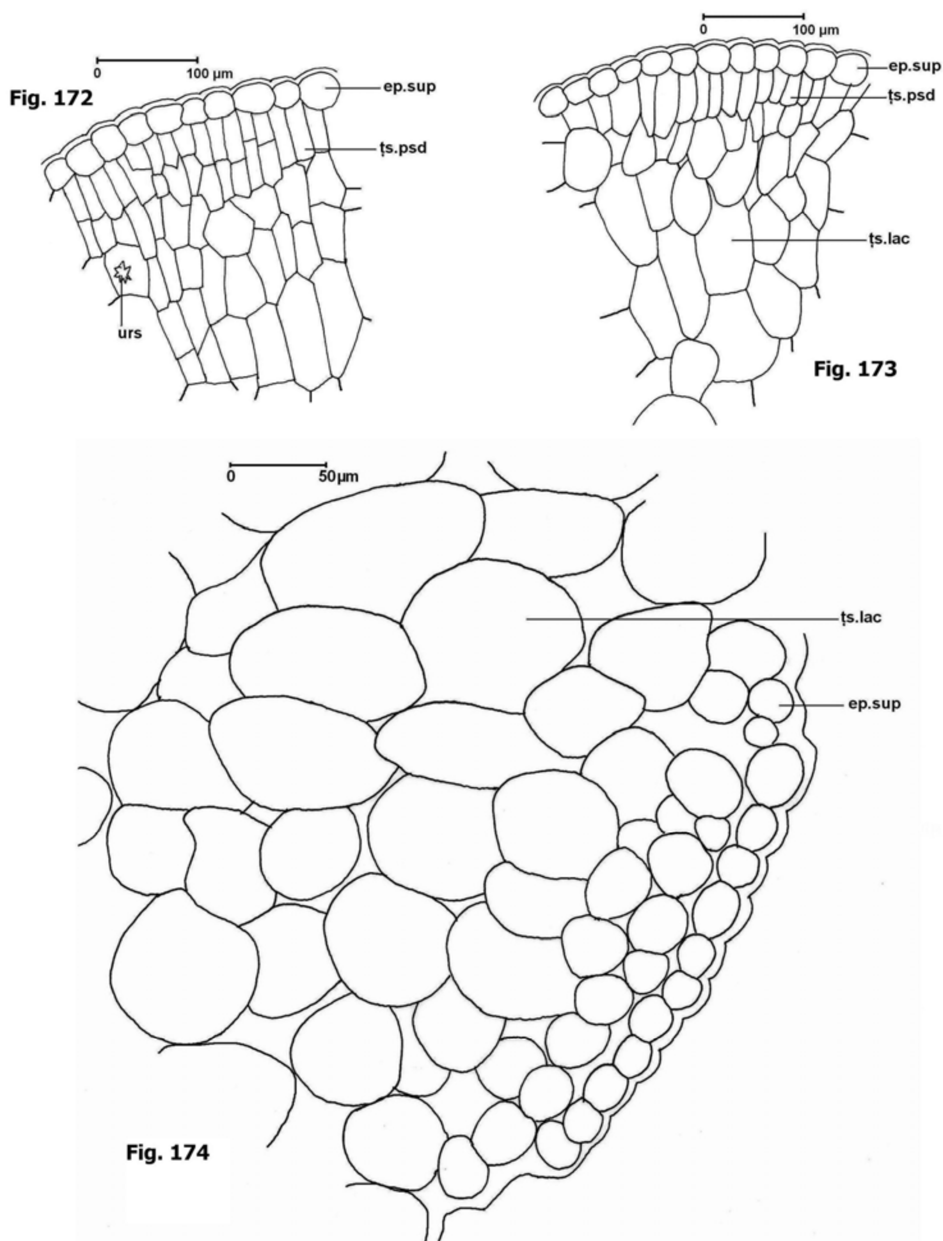

Fig. 169


Fig. 170

Spergularia media. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 165-167), treime mijlocie (Fig. 168) şi treime inferioară (Fig. 169-170).



Spergularia media. Epiderma superioară, văzută de față (Fig. 171).



Spergularia media. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 172), treime mijlocie (Fig. 173) şi treime inferioară (Fig. 174): detalii.

Familia *Chenopodiaceae*

Atriplex littoralis L.

Rădăcină – treime inferioară

La exterior se află o zonă relativ subțire de suber, format din celule cu pereți subțiri, dar suberificați, iar la fața internă a țesutului protector secundar se află o zonă parenchimatic-celulozică cu valoare de feloderm (straturile externe) şi o alta de parenchim cortical (straturile interne).

Cilindrul central este foarte gros, în el observându-se:

– un corp lemnos axial compact, prezentând la exterior două inele de țesut liberian; aceasta reprezintă structura primară şi structura secundară normală, rezultată din activitatea cambiului normal;

– un număr de 3-4 inele de țesuturi conducătoare rezultate din activitatea cambiilor supranumerare, fiecare din ele având la fața internă lemn (mult mai gros) şi la fața externă liber (mult mai subțire).

În fiecare inel, lemnul este în totalitate sclerificat şi lignificat, cu puține vase dispersate neregulat; fibrele lemnoase, care predomină în structura lemnului, au peretele puternic îngroşat şi moderat lignificat.

Liberul constă din tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim liberian.

Ultimul inel de țesuturi conducătoare este în curs de formare încă, fiind inegal ca grosime pe circumferința rădăcinii.

Noi am evidențiat acest fenomen, al cambiilor supranumerare şi la alte specii de *Chenopodiaceae* (Grigore şi Toma, 2005, 2006b, 2007b, 2008b), şi l-am dezbătut mai pe larg într-o lucrare recentă (Grigore, 2008b).

Trebuie spus că fenomenul policambiei (cunoscut şi ca fenomenul cambiilor supranumerare, al cambiilor succesive sau adiționale) este considerat de unii autori (Hérail, 1885; Metcalfe şi Chalk, 1972; Şerbănescu-Jitariu şi Toma, 1980; Fahn şi Zimmermann, 1982) o anomalie de structură. Acesta constă, pe scurt, în următoarea succesiune de evenimente histologice: structura generală tipică este rezultatul activității unui cambiu „normal", care produce în general puține vase de lemn şi de liber secundar; ulterior, pe seama periciclului ia naştere un cambiu adițional (supranumerar), care va da un inel de parenchim fundamental, în care sunt dispuse pe un cerc fasciculele libero-lemnoase, cu liberul spre exterior şi lemnul spre interior (ca şi în tulpină); fiecare cambiu „anormal" (succesiv) ia naştere apoi din parenchimul liberian produs de cambiul anterior (Esau şi Cheadle, 1969; Kishore S. Rajput şi Karumachi S.Rao, 1999).

Cu toate acestea, nu există un model uniform care să guverneze formarea cambiilor succesive. Primul cambiu supranumerar poate lua naştere în zona parenchimului liberian primar, între periciclu şi liberul secundar (Hayward, 1967). Formarea inelelor, activarea formării cambiilor secundare succesive reprezintă un proces progresiv, centrifug. În plus, autorul sus-menționat sugerează faptul că modul în care sunt distribuite elementele vasculare trădează faptul că aceste cambii secundare, terțiare, cuaternare etc., nu apar ca inele complete, ci constau din sectoare discrete, derivate din periciclu.

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 182)

Structura generală se menține aceeaşi, cu acelaşi număr de inele conducătoare concentrice. Vasele de lemn din zona axială au diametrul mai mic, dar cu pereții mai intens lignificați. Libriformul are fibre cu pereți extrem de puternic îngroşați, dar numai parțial lignificați.

Rădăcină – treime superioară (Fig. 175, 176, 183)

La acest nivel rădăcina este mai groasă, în structura sa deosebind 5 (6) inele concentrice de țesuturi conducătoare, dar liberul nu mai formează inele continue, ci discontinue, sub formă de insule înconjurate complet de lemn (Fig. 176); acesta din urmă este puternic sclerificat şi lignificat, în el predominând libriformul.

În zona axială a rădăcinii, lemnul inițial (primar şi secundar normal) este fragmentat în două lame, datorită unei benzi de celule parenchimatic-celulozice; această bandă împarte şi liberul inițial, rezultând 4 fascicule de o parte şi de alta a lemnului (Fig. 175).

Tulpină – treime superioară (Fig. 177, 184)

Conturul secțiunii transversale este circular – costat (adesea pentagonal), cu coaste proeminente şi vizibil rotunjite.

Epiderma prezintă celule izodiametrice, cu peretele extern uşor mai îngroşat decât ceilalți şi acoperit de o cuticulă subțire. Din loc în loc se observă stomate şi **peri veziculari** („bladders”) (Freitas şi Breckle, 1993a), localizați mai cu seamă în valecule. Aceştia au fost observați şi de Chermezon (1910), care a studiat structura histo-anatomică a unor specii de *Atriplex* (*A. portulacoides* L., *A. littoralis* L., *A. hastata* L. var. *salina* Gr. et G.), fiind numiți de el „peri acviferi”.

Scoarța este reprezentată de cordoane de colenchim angular în coaste (2-3 straturi hipodermice – Fig. 177) şi parenchim asimilator în valecule (3-4 straturi, din care cel puțin stratul extern are celule de aspect palisadic).

Parenchimul cortical intern este incolor, având celule mari, cu pereții foarte subțiri (Fig. 177), unele conținând ursini de oxalat de calciu.

Cilindrul central cuprinde un număr mare (14-16) de fascicule conducătoare libero-lemnoase, de tip colateral deschis, de mărime diferită; fasciculele cele mai mari proemină adânc în măduvă.

Fasciculele conducătoare sunt separate de raze medulare înguste, parenchimatic-celulozice la nivelul liberului şi sclerificat-lignificate la nivelul lemnului; în felul acesta, lemnul ne apare iniţial sub forma unui inel continuu de ţesut sclerificat şi lignificat la nivelul structurii secundare.

Tulpină – treime mijlocie (Fig. 178, 179, 185)

Conturul secţiunii transversale rămâne circular-costat, cu un număr mai mare (7) de coaste, dar mai puţin proeminente, totdeauna cu câte un cordon gros de colenchim angular sub epidermă (Fig. 179).

Epiderma prezintă celule uşor alungite tangenţial în valecule şi izodiametrice în coaste, totdeauna cu peretele extern vizibil mai îngroşat şi acoperit de o cuticulă subţire; celulele din coaste sunt izodiametrice, cu peretele extern bombat, mai îngroşat şi acoperit de o cuticulă mai groasă.

În cilindrul central, pe lângă fasciculele conducătoare menţionate la nivelul precedent analizat, se observă un inel gros de libriform, în care sunt localizate numeroase fascicule (lame) de vase lemnoase şi insule de elemente liberiene la exterior (Fig. 178).

Insulele liberiene au elemente vizibil colenchimatizate, iar la exteriorul lor se observă cordoane (calote) de fibre sclerenchimatice cu pereţii îngroşaţi, dar celulozici.

Cambiul supranumerar, care a dat naştere lemnului şi liberului menţionate deja, este continuu şi pluristratificat.

Stratul cel mai intern al scoarţei reprezintă un endodermoid cu celule foarte mari şi alungite tangenţial, care vin în contact cu fasciculele (insulele) liberiene (Fig. 178).

Tulpină – treime inferioară (Fig. 180, 181, 186)

Conturul secţiunii transversale este circular, iar cordoanele de colenchim sunt mult mai subţiri, formate din celule cu pereţii puţin îngroşaţi.

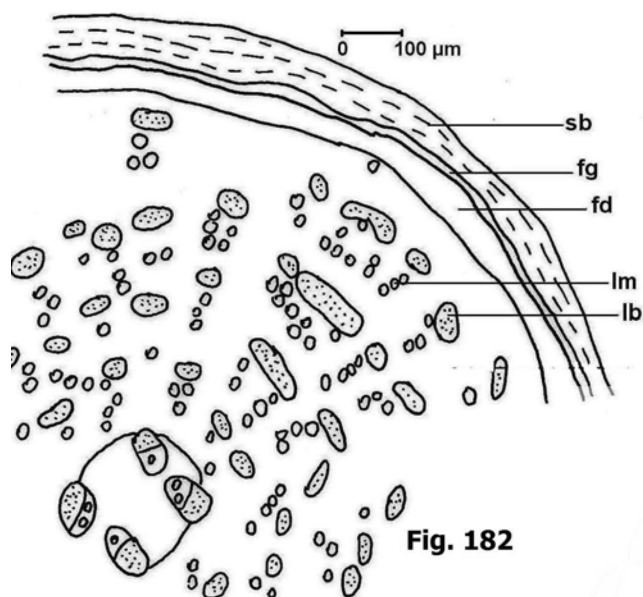
Parenchimul cortical de tip palisadic nu mai este vizibil; toată scoarţa (de altfel, subţire) este omogenă, de tip meatic.

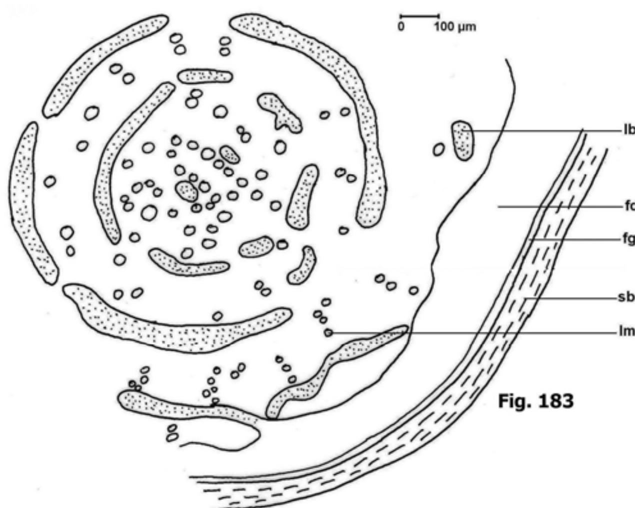
La acest nivel, numărul celulelor oxalifere este mai mic.

Pe alocuri se observă formarea unui felogen, pe seama unui strat cortical intern, care a produs deja 2–3 straturi de suber; în dreptul acestor zone discontinue de suber se schiţează şi lenticele, care au determinat ruperea şi exfolierea locală a epidermei. Formarea felogenului mai în profunzimea scoarţei este considerată, de altfel, un fenomen larg răspândit la multe specii ale familiei *Chenopodiaceae* (Fahn, 1963).

În urma activității cambiilor supranumerare au rezultat 3–4 inele concentrice de țesuturi conducătoare, liberul fiind sub formă de inele înconjurate complet de țesut lemnos. Structura de tip fascicular, observată la nivelurile anterioare, nu mai este atât de vizibilă (Fig. 180-181).

Libriformul este mai intens sclerificat şi lignificat, vasele de lemn sunt dispersate mai neregulat, iar fasciculele din structura primară inițială sunt complet înfipte în măduva parenchimatic-celulozică (Fig. 180).





Atriplex littoralis. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime mijlocie (Fig. 182) şi treime superioară (Fig. 183): scheme.

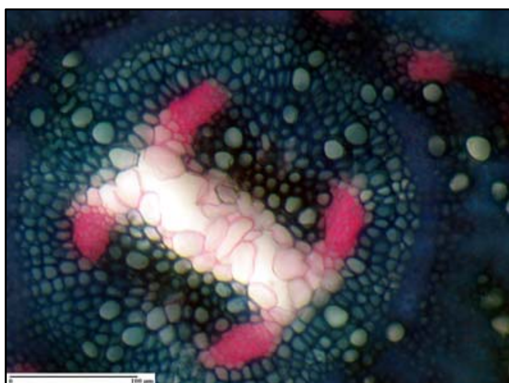


Fig. 175

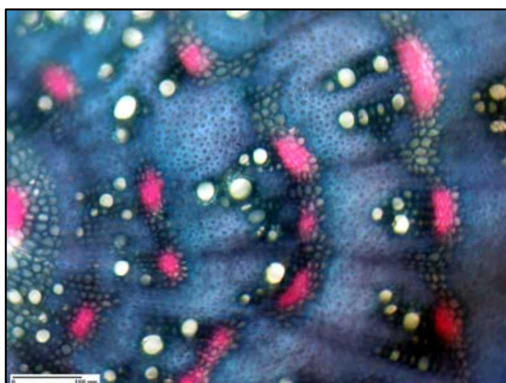


Fig. 176



Fig. 177

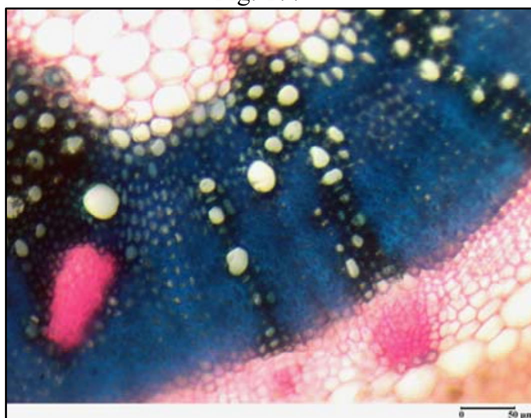


Fig. 178

Atriplex littoralis. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime superioară (Fig. 175-176), prin tulpină, treime superioară (Fig. 177) şi treime mijlocie (Fig. 178).

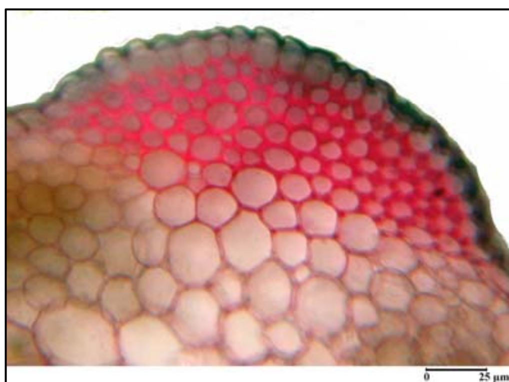
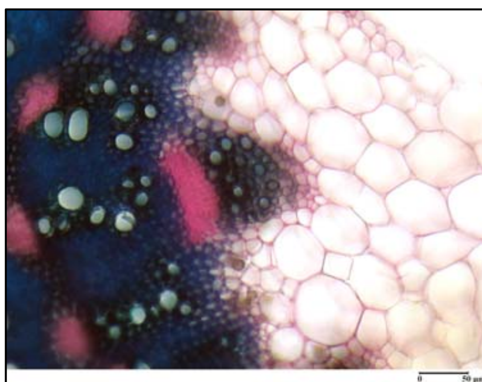


Fig. 179


Fig. 180

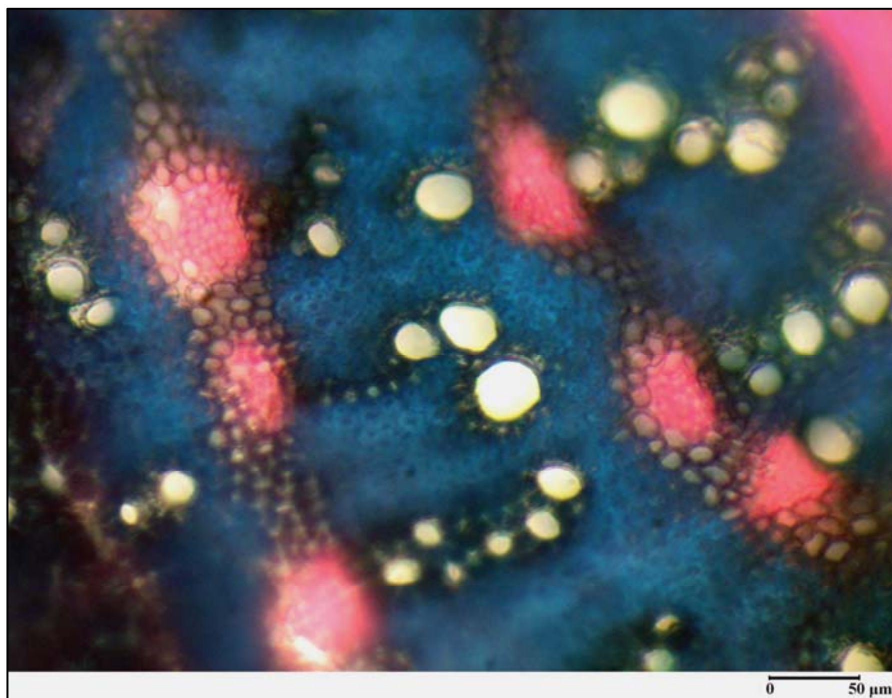
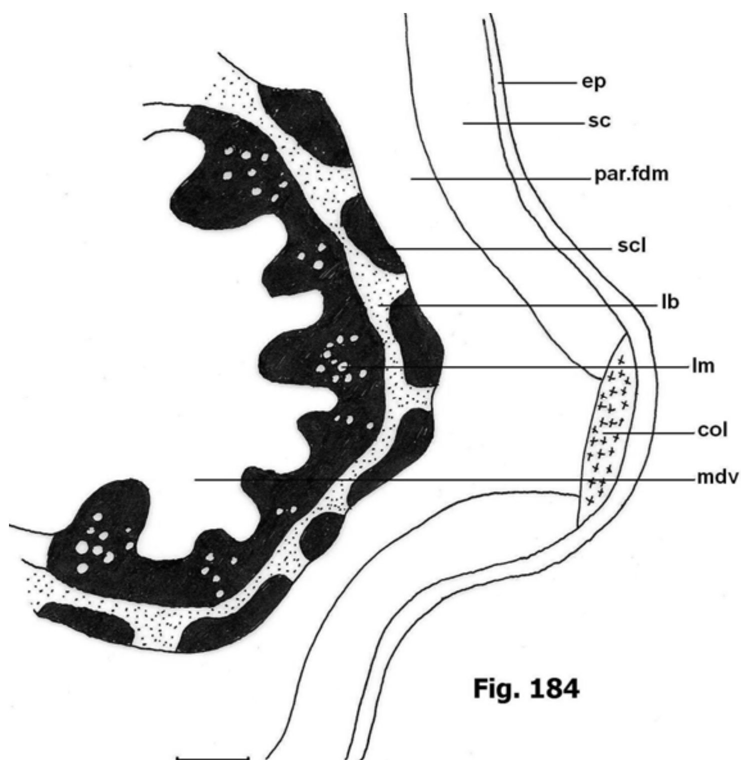
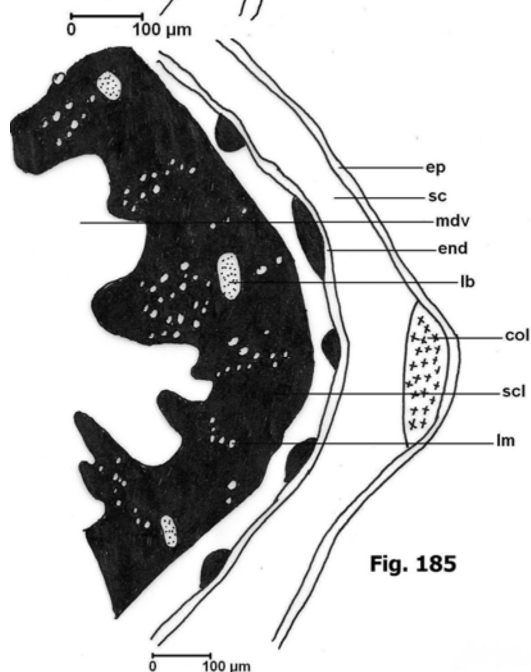


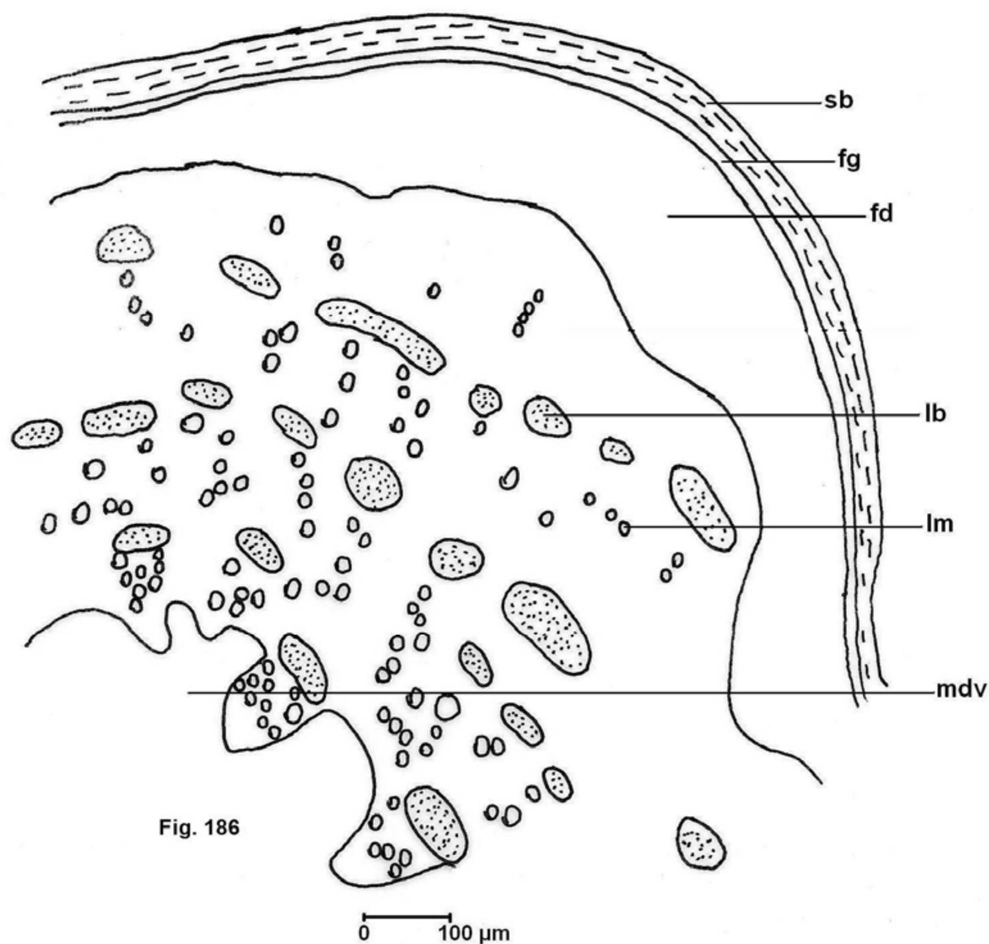
Fig. 181

Atriplex littoralis. Secțiune transversală prin tulpină, treime mijlocie (Fig. 179) şi treime inferioară (Fig. 180-181).





Atriplex littoralis. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 184) şi treime mijlocie (Fig. 185): scheme.



Atriplex littoralis. Secțiune transversală prin tulpină, treime inferioară (Fig. 186).

Frunza (Fig. 187-198)

Limbul foliar

Epiderma văzută de față prezintă celule de contur poligonal, cu pereții laterali drepți. Prin transparență se observă ursini de oxalat de calciu.

Stomatele, de tip anomocitic sau de tip anizocitic, sunt prezente în ambele epiderme, deci limbul este amfistomatic (Fig. 187, 188, 194).

În **secțiune transversală – treimea superioară** (Fig. 189, 195), nervura mediană proemină puțin la fața inferioară a limbului, având un fascicul conducător relativ mic, de tip colateral, cu structură primară; vasele de lemn sunt dispersate neregulat, iar elementele liberiene sunt vizibil colenchimatizate.

Ambele epiderme au celulele alungite tangențial, fiind adesea mai mari la fața superioară a limbului (Fig. 189). În ambele epiderme, din loc în loc se observă stomate, cu cameră suprastomatică puțin adâncă, aşa cum a observat şi Chermezon (1910).

Mezofilul este de tip palisadic sub ambele epiderme, dar având celule mai înalte sub cea superioară (Fig. 189 şi 198).

În mijlocului mezofilului, celulele sunt mai joase şi mai largi, unele fiind chiar izodiametrice şi conținând mari ursini de oxalat de calciu.

Fasciculele conducătoare din nervurile laterale sunt în număr mare şi totdeauna mai mici decât cele din nervura mediană.

Aşadar, structura generală a limbului este bifacială, inegal ecvifacială: sub epiderma inferioară se află un strat de celule relativ joase, sub cea superioară, 2-3 straturi de celule palisadice mai înalte.

În **treimea mijlocie** (Fig. 190, 191, 196), structura generală este asemănătoare cu cea din treimea superioară a limbului, cu deosebirea că celulele epidermei inferioare din dreptul nervurii mediane sunt mai mici, cu peretele extern mai gros şi acoperit de o cuticulă mai groasă; sub ambele epiderme se află câte 1-2 straturi de colenchim, fapt subliniat şi de Chermezon (1910).

Țesuturile conducătoare din nervura mediană formează 3 fascicule libero-lemnoase separate de parenchim celulozic.

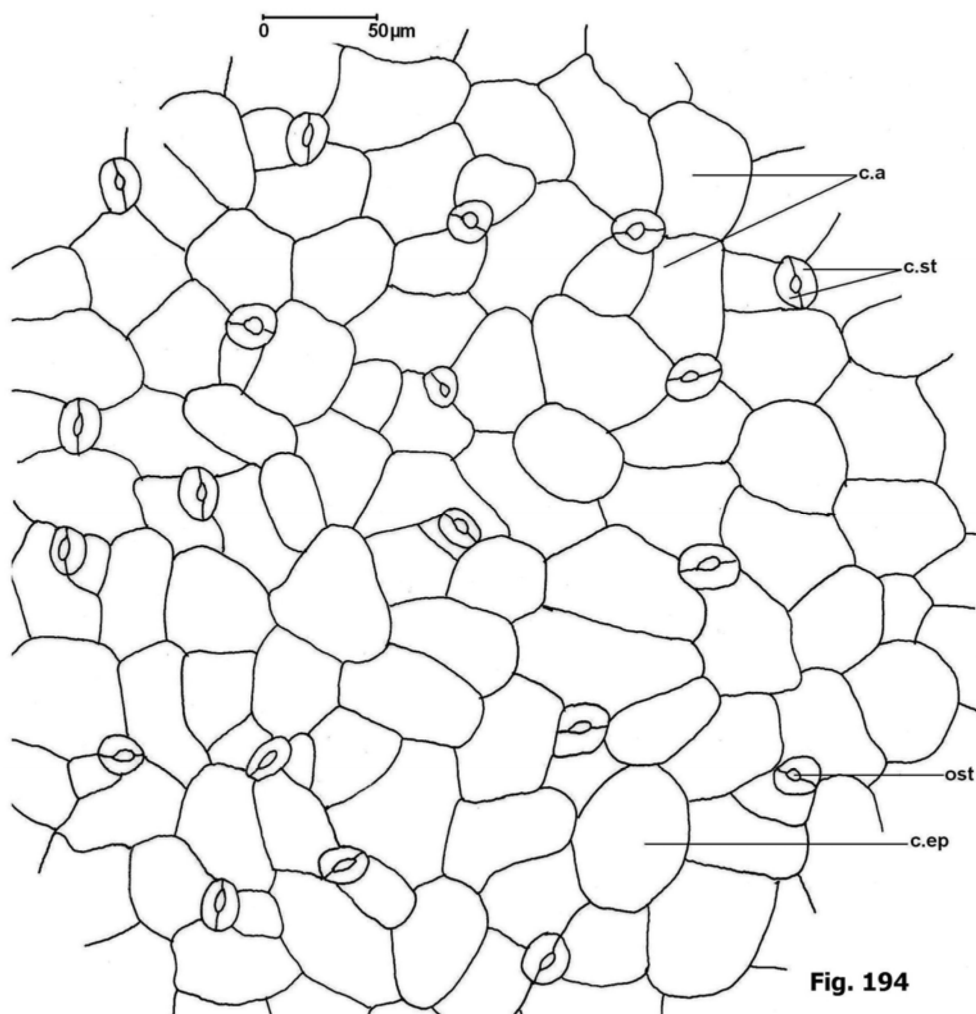
Țesutul palisadic de la fața superioară are celule vizibil mai înalte, cel puțin în vecinătatea nervurii mediane (Fig. 191).

Parenchimul asimilator de la fața inferioară nu mai este tipic palisadic, celulele stratului hipodermic fiind foarte joase; tipul palisadic de celule se menține sub ambele epiderme doar la marginile limbului foliar.

În **treimea inferioară** (Fig. 192, 193, 197), limbul este mai îngust, nervura mediană având 4 fascicule conducătoare: 3 pe un arc abaxial şi unul adaxial, opus celor dintâi, toate cu lemnul față în față.

Structura mezofilului se menține aceeaşi (Fig. 192), cu țesut palisadic având celule mai vizibil alungite perpendicular pe epidermă (Fig. 193).

La marginile limbului, țesutul palisadic este pluristratificat sub ambele epiderme, având celule relativ înalte; doar 1–2 straturi din mijlocul mezofilului au celulele izodiametrice. La acest nivel al limbului, celulele cu ursini de oxalat de calciu sunt mult mai rare.



Atriplex littoralis. Fig. 194: Epiderma superioară, văzută de față.

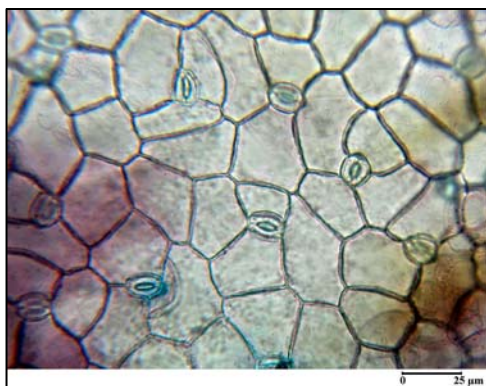


Fig. 187

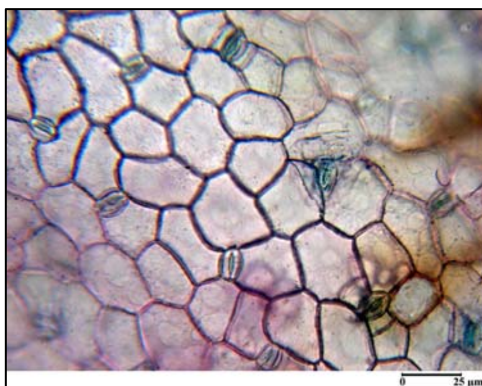


Fig. 188

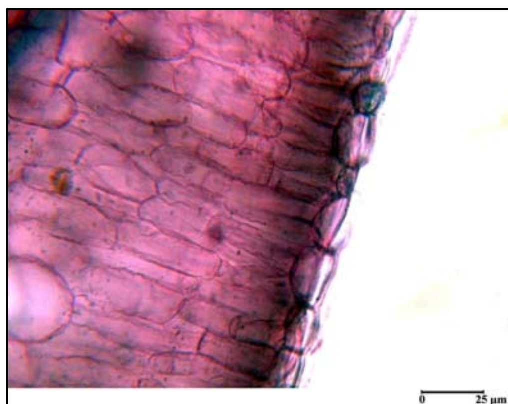


Fig. 189

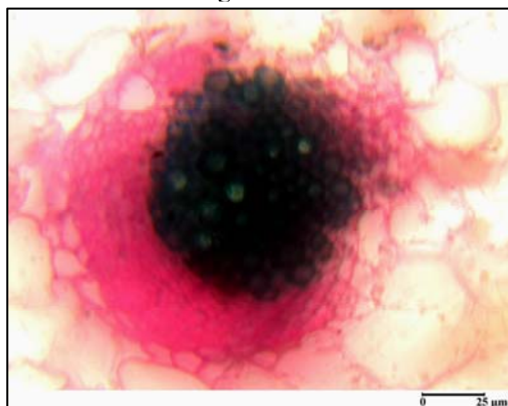


Fig. 190

Atriplex littoralis Epiderma superioară (Fig. 187) şi inferioară (fig. 188), văzute de faţă; secţiune transversală prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 189) şi treime mijlocie (Fig. 190).

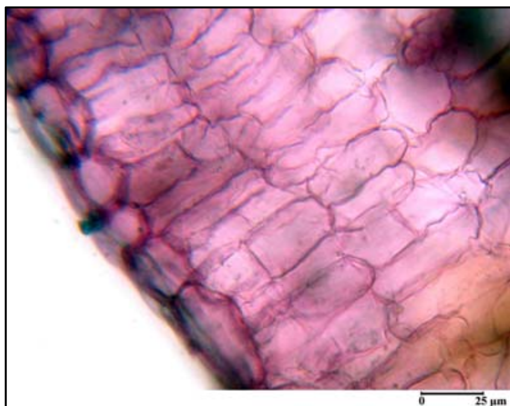


Fig. 191

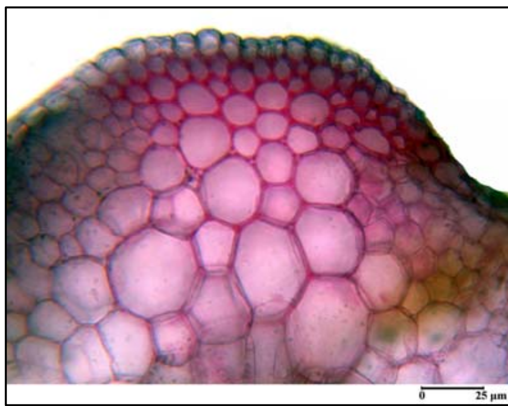


Fig. 192

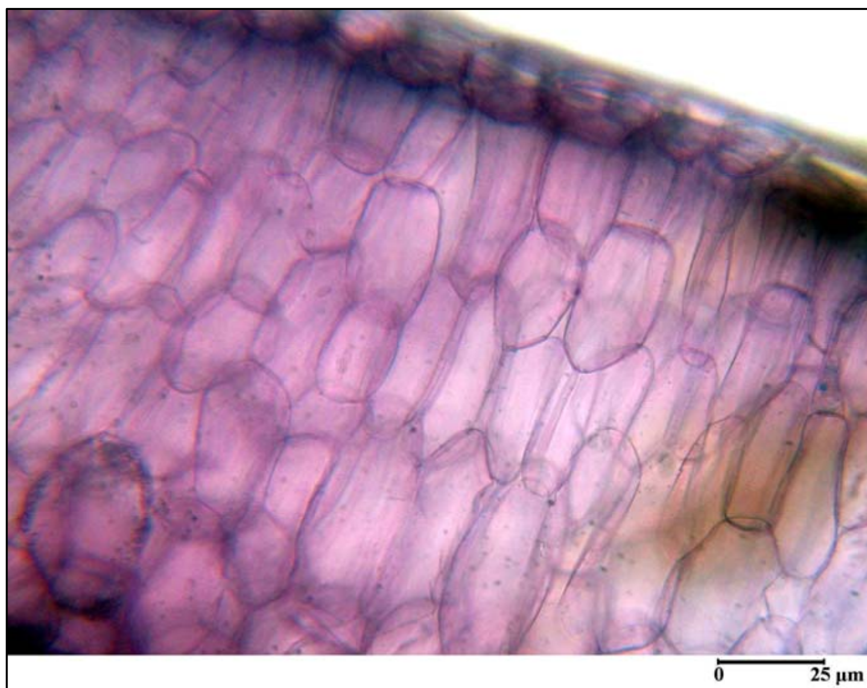
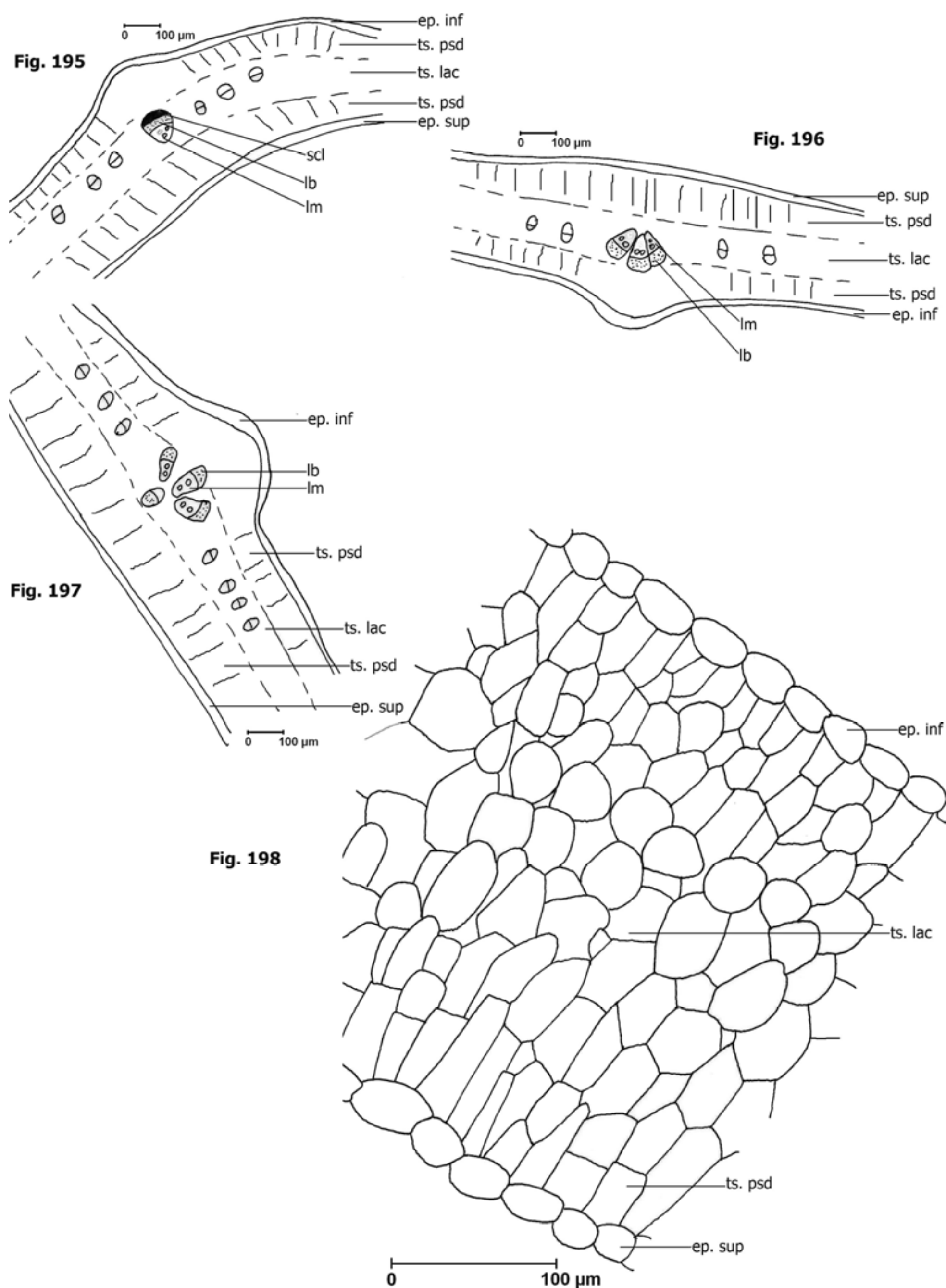


Fig. 193

Atriplex littoralis. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime mijlocie (Fig. 191) şi treime inferioară (Fig. 192-193).



Atriplex littoralis. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 195, 198), treime mijlocie (Fig. 196) şi treime inferioară (Fig. 197).

Atriplex prostrata Boucher ex DC

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 199, 205)

Trecerea de la structura primară la cea secundară se face de timpuriu, pe seama ambelor meristeme laterale: cambiul şi felogenul.

Felogenul formează puține straturi de suber spre exterior şi ceva mai multe straturi de feloderm spre interior. Celulele de suber sunt alungite tangențial, având pereți subțiri, dar intens suberificați. Celulele de feloderm sunt puternic alungite tangențial şi turtite radiar, având pereții slab colenchimatizați. Chiar la acest nivel se poate evidenția fenomenul de policambie. Structura secundara tipică este generată de cambiul normal,care produce puține vase de lemn şi de liber secundar. Ulterior, pe seama periciclului ia naştere un cambiu supranumerar, care va da un inel de parenchim fundamental celulozic, în care sunt dispuse pe un cerc fascicule libero-lemnoase, cu liberul spre exterior şi lemnul spre interior.

Structura primară este mai adesea de tip diarh, iar în primul inel produs de cambiul supranumerar vasele au o dispoziție neregulată, sunt de diametru mare, cu pereții moderat îngroşați şi lignificați; între vase, celulele de parenchim lemnos au pereții celulozici, iar libriformul este reprezentat prin fibre cu pereții moderat îngroşați şi lignificați. Treptat, se formează un al doilea cambiu supranumerar, care produce un inel relativ compact de lemn spre interior şi altul de liber spre exterior. În inelul de lemn predomină libriformul, celulele de parenchim fiind foarte rare, ca şi vasele; acestea din urmă au diametru diferit şi sunt dispersate neregulat. Inelul de liber cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim liberian.

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 200, 206)

La acest nivel sunt vizibile patru inele de lemn şi tot atâtea inele de liber, structura generală prezentând o vizibilă asimetrie, pe una din fețele secțiunii fiind vizibile doar două inele de lemn şi tot atâtea de liber. Toate inelele de lemn sunt intens lignificate, în ele predominând libriformul, iar vasele sunt dispersate neregulat. Inelele de liber sunt în totalitate celulozice, cuprinzând zone de liber conducător (tuburi ciuruite şi celule anexe) separate de zone de parenchim liberian (Fig. 200). Pe alocuri, inelele de lemn sunt străpunse de raze parenchimatic-celulozice, iar în inelele de liber pătrund benzi subțiri de elemente cu pereți lignificați.

Rădăcină – treime superioară (Fig. 201, 207)

La cest nivel se observă 6 – 7 inele concentrice de lemn, în totalitate lignificat, separate de tot atâtea inele de liber , complet celulozice. Inelele de

lemn şi cele de liber sunt mai sinuoase, de grosime diferită, pe alocuri fragmentate sau în contact unele cu altele. În porțiunea centrală predomină țesutul lemnos (Fig. 201), liberul formând mici insule înconjurate complet de elemente cu pereții îngroşați şi lignificați; o asemenea situație poate fi observată şi spre exteriorul rădăcinii, unde inelele de liber celulozic sunt fragmentate de benzi radiare de țesut lignificat.

Centrul organului este ocupat de un masiv lemnos compact, intens lignificat, având de o parte şi de alta, deci în poziție opusă, 2 fascicule de liber vizibil colenchimatizat.

Tulpină – treime superioară (Fig. 202, 209)

Conturul secțiunii transversale este circular-eliptic.

Epiderma prezintă celule izodiametrice sau uşor alungite tangențial, de mărime diferită şi cu peretele extern uşor mai îngroşat decât ceilalți, acoperit de o cuticulă subțire.

Scoarța este relativ subțire, de tip colenchimatic (1-3 straturi) spre exterior şi de tip parenchimatic în rest. Zona de colenchim este discontinuă şi prezintă celule cu pereții extern şi intern mai îngroşați decât ceilalți, deci putem vorbi de un colenchim tangențial. Parenchimul cortical este de tip meatic (Fig. 202), mărimea celulelor crescând de la exterior spre interior; unele celule din straturile interne conțin ursini de oxalat de calciu.

Centrul tulpinii este ocupat de o măduvă parenchimatic-celulozică, ale cărei celule axiale se dezorganizează, rezultând o cavitate aeriferă de contur neregulat. În jurul acestei cavități aerifere centrale se află un inel de parenchim fundamental, în care sunt înfipte mai multe (aproximativ 15) fascicule conducătoare libero-lemnoase de tip colateral, dispuse pe un cerc şi având dimensiuni diferite. Mărimea celulelor dintre fascicule creşte treptat spre cavitatea aeriferă centrală, cele localizate chiar în vecinătatea acesteia prezentând vizibili pereți periclini de diviziune. Fiecare fascicul conducător (Fig. 202) prezintă lemnul format din vase separate de puține celule de parenchim celulozic şi liberul alcătuit din tuburi ciuruite şi celule anexe, cele dintâi fiind vizibil colenchimatizate. În lemnul situat în vecinătatea liberului se observă şi câteva elemente libriforme, cu pereții moderat îngroşați, dar intens lignificați.

În restul cilindrului central se observă o situație asemănătoare cu cea din rădăcină: 2-3 inele de liber , rezultate în urma activității unor cambii supranumerare. Aceste inele sunt pe alocuri discontinue, astfel încât liberul ne apare sub formă insulară în cea mai mare parte a cilindrului central. Lemnul este complet lignificat, cu vase şi libriform, iar liberul este complet celulozic, mai redus cantitativ decât lemnul şi format din tuburi ciuruite, celule anexe şi puține elemente de parenchim liberian.

Secțiunile efectuate chiar la **baza organului** (Fig. 204, 210) ne arată aceeaşi structură ca şi în cazul rădăcinii, rezultată din activitatea mai multor cambii supranumerare, aşa încât numărul inelelor concentrice de liber şi de lemn este mai mare (3-4), în vreme ce în treimea mijlocie (Fig. 203) şi în cea superioară (Fig. 202), structura este normală. Totdeauna, inelele de lemn sunt foarte groase, iar cele de liber mult mai subțiri, în ele observându-se insule de liber conducător separate de puține celule de parenchim celulozic. În jurul cavității aerifere centrale se află resturi din parenchimul medular dezorganizat (unele celule conținând ursini de oxalat de calciu), precum şi o zonă perimedulară cu celule foarte mari, dispuse în serii radiare şi cu vizibili pereți periclini de diviziune; unele din aceste celule conțin ursini de oxalat de calciu.

O observație interesantă şi constantă este aceea că am evidențiat în cilindrul central al organelor vegetative axiale de la speciile de halofite investigate de noi o mare cantitate de libriform, cu pereți groşi, **lignificați.**

Lignificarea masivă vizibilă în cilindrul central al rădăcinilor speciilor afectate de policambie ar putea fi indusă de salinitatea excesivă a solului (Bickenbach, 1932). Kozlowski (1997) era de părere că salinitatea măreşte cantitatea de fibre. Trebuie să ne gândim că în contextul unor adaptări multiple a plantelor la salinitate, fiecare specie răspunde prin anumite modificări metabolice. N-ar fi exclus ca lignina să fie un astfel de răspuns, în sensul măririi rezistenței pereților celulari la presiunea osmotică ridicată din soluția solului. Chiar şi aşa, însă, contribuția jucată de lignină în asigurarea rezistenței la săruri halofitelor trebuie privită cu prudență, deoarece legătura dintre aceasta şi salinitate nu este întotdeauna relevantă.

Pe de o parte, la unele soiuri de orez (rezistente, respectiv sensibile, la salinitate), o valoare ridicată a salinității (40 mM NaCl) măreşte conținutul de lignină (Seung et al., 2004). În aceeaşi idee, observații histochimice la soiuri de grâu tolerante la săruri şi la soiuri sensibile la săruri, au confirmat o lignificare mai intensă în celulele radiculare ale soiurilor tolerante, comparativ cu cele sensibile (Jbir et al., 2001).

Pe de altă parte, salinitatea ridicată poate reduce conținutul de lignină în internodurile de la *Suaeda maritima* (Hagège et al., 1988). La *Atriplex prostrata*, cultivată în soluții cu 0,5 şi 1,0% NaCl, suprafața lignificată în al treilea şi în al patrulea internod descreşte în comparație cu plantele cultivate în soluție 0,0% NaCl (Wang et al., 1997).

În plus, corelații foarte interesante se pot face între lignină, extensină şi condiții de salinitate crescută. S-a observat, în general, că la *Atriplex prostrata* (Wang et al., 1997) conținutul de extensină (o glicoproteină ce intră în compoziția peretelui celular) se măreşte la plantele cultivate în condiții de salinitate. Astfel, în primul şi în al doilea internod, plantele

cultivate în soluții de 2,0% NaC au înregistrat cel mai ridicat nivel de extensină în țesutul vascular, în scoarță, epidermă şi măduvă. Nivelul de extensină a crescut în țesutul vascular pe măsură ce şi salinitatea a crescut în al treilea internod; acesta a mai crescut în țesutul vascular şi măduva din al patrulea internod. Rezultatele studiului lui Wang şi colab. (1997) au arătat că a existat o cantitate mai mare de extensină solubilă în internodurile tinere (primul şi al doilea) decât în cele în vârstă (al treilea şi al patrulea). Acest lucru este explicat prin faptul că moleculele de extensină tind să se lege una de alta sau de alți componenți ai peretelui celular; în plus, extensina este strâns corelată cu depunerea ligninei şi poate asigura suportul mecanic în celulele supuse unui stress de compresiune sau de torsiune, determinat de creşterea suprafeței vasculare sau de transportul lichidelor vasculare (Tiré et al., 1994; Li şi Showalter, 1996). Deci, atât lignina, cât şi extensina servesc la sporirea rezistenței peretelui celular. Lignina este, în general, localizată în xilem, iar extensina mai mult în floem (Ye şi Varner, 1991; Showalter, 1993). În internodurile tinere, unde țesutul vascular nu este intens dezvoltat, conținutul de extensină solubilă este mărit de stresul salin, în special în parenchimul medular, care are o cantitate mică de extensină în condiții normale. În internodurile în vârstă, unde xilemul şi floemul sunt bine dezvoltate, nu se observă o creştere în măduvă, ci în țesutul vascular. Astfel, suprafața lignificată (xilemul) este redusă, în schimb suprafața liberului s-a mărit în condiții saline; ceea ce poate fi corelat cu faptul că anumite substanțe organice sunt sintetizate pentru a menține potențialul osmotic în condiții saline, aşa încât floemul este mult mai dezvoltat pentru a transloca aceste substanțe organice. În consecință, extensina devine abundentă în tulpină, dar conținutul de lignină scade. Aceste rezultate ar putea sugera că extensina poate înlocui lignina pentru a spori rezistența pereților celulari în condiții de stres salin. Mai mult, se ştie că lignina este o componentă importantă în peretele celular secundar, iar extensina este o componentă obişnuită în peretele celular primar. Aceste observații ar putea fi corelate cu faptul că plantele supuse stresului salin pot rămâne la stadii juvenile de dezvoltare din cauza întârzierii în creştere şi astfel „proporția" peretelui celular primar este mărită.

Ca o observație generală, putem afirma, cel puțin ca urmare a analizei speciilor de halofite luate de de noi în studiu, că lignificarea are o proporție mai ridicată la nivelul rădăcinii decît la cel al tulpinii, aspect pe care l-am menționat în rândurile de mai sus. În opinia noastră, aceasta nu reprezintă un fapt întâmplător, ci poate fi plasat în contextul poziției şi rolului jucat de rădăcină în viața plantei. Excluzând poate speciile de halofite de coaste maritime, supuse impulverizațiilor saline, putem spune că rădăcina este organul cel mai expus la salinitate. În acest sens este logic să

susținem prezența la nivelul rădăcinii a unor mecanisme (structuri) generale capabile să controleze şi să gestioneze pătrunderea apei sărate în corpul plantei şi, eventual, reținerea ei la acest nivel.

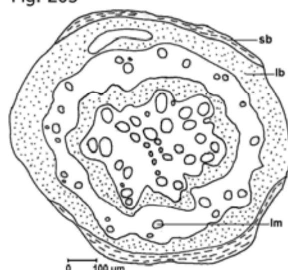
Toate aceste detalii sunt în sprijinul importanței rădăcinii, a rolului jucat de aceasta la plantele expuse unor condiții de salinitate ridicată. În acord cu ceilalți autori, şi părerea noastră este că lignina joacă un rol major în asigurarea rezistenței pereților celulari, în celule care trebuie să suporte presiuni osmotice destul de ridicate. Aceste realități fac, deci, din rădăcină o interfață cheie între salinitatea de la nivelul rizosferei şi planta ca întreg. După cum spuneam, nu întâmplător tulpina multor specii de halofite nu este afectată de policambie, cel puțin nu în totalitate, deci proporția ligninei este mult mai scăzută (Grigore şi Toma, 2006b, 2007b).

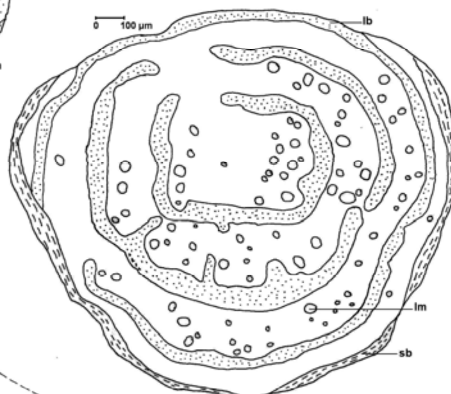
Nu este simplu, însă, de găsit o explicație convenabilă în ceea ce priveşte semnificația ecologică sau ecofiziologică a acestui fenomen. Halofitele sunt un grup ecologic heterogen; habitatele variază foarte mult şi este greu de stabilit corelații. Mai degrabă speciile luate fiecare în parte pot oferi surse de interpretări.

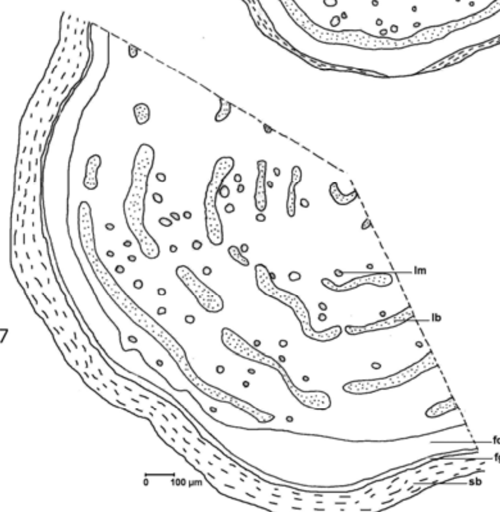
Carlquist (2007) pune în discuție implicațiile fenomenului în depozitarea şi recuperarea produşilor fotosintezei şi a apei. El este de părere că alternanța între complexele vasculare (vascular increments) şi parenchim, determinată de cambiile succesive, ar oferi un plan histologic „ideal” pentru stocarea apei şi recuperarea produşilor fotosintezei şi a apei.

Oarecum în acelaşi sens, noi am emis încă din 2006 o ipoteză privind semnificația ecologică a policambiei la halofite, date care au fost publicate (Grigore şi Toma, 2006b). Acum, ca şi atunci, afirmăm că prezența fenomenului de policambie la halofite ar putea avea legătură cu factorii de mediu modelatori. Astfel, sunt cunoscute anumite mecanisme reglatoare ale conținutului de săruri. Unul dintre acestea este diluția sării prin creştere a organului (Greenway şi Thomas, 1965), altul este cel referitor la reținerea sărurilor în rădăcini şi tulpini (Black, 1956; Eshel şi Waisel, 1965; Jacoby, 1964, 1965), precum şi retransportarea sărurilor în interiorul rădăcinilor şi eliminarea lor în mediu (Willert, 1968, Cooil et al., 1965). Toate acestea ar putea fi corelate cu o suprafață internă sporită, dacă ne gândim doar la capacitatea ridicată de reținere, de stocare a apei cu sărurile din ea, în rădăcină şi tulpină. Pe de altă parte, suberul de la exteriorul rădăcinii ar putea întârzia absorbția apei. Deci, sărurile pătrund mai greu în corpul rădăcinii, dar o dată ajunse aici ele ar fi împrăştiate în această suprafață sporită. S-ar putea ca, literalmente, distribuția apei în restul organelor plantei să fie „întârziată”. Mărirea suprafeței ar însemna inevitabil un spațiu de dispersie a sărurilor, care sunt diluate totodată, fiind astfel, în cele din urmă, mai puțin nocive pentru plantă. Fără îndoială că şi numărul şi

diametrul vaselor de lemn pot juca un rol în acest mecanism. De aceea putem privi policambia, prin efectele sale (multe vase, suprafață „internă” ridicată), ca un „compromis” benefic pentru plantă între necesitatea limitării creşterii (controlată de ABA) şi necesitatea impunerii unei strategii de diluție a sărurilor în corpul plantei, mai puțin în regiunile superioare ale tulpinii.Vârful tulpinii, ca regiune de creştere, ar fi astfel protejată de efectele nocive ale sărurilor, căci se cunoaşte că țesuturile tinere sunt mai sensibile la săruri, ca şi înflorirea, ca etapă deosebit de importantă în viața plantei (Waisel, 1972).







Atriplex prostrata. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 205), treime mijlocie (Fig. 206) şi treime superioară (Fig. 207): scheme.



Fig. 199

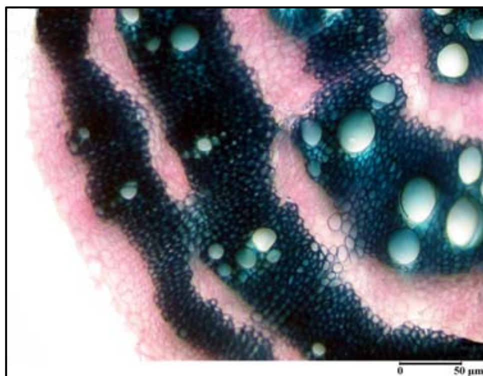


Fig. 200

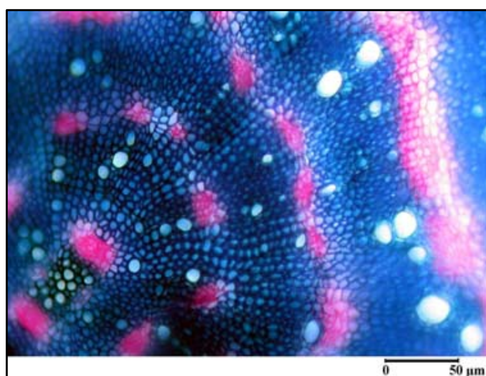


Fig. 201

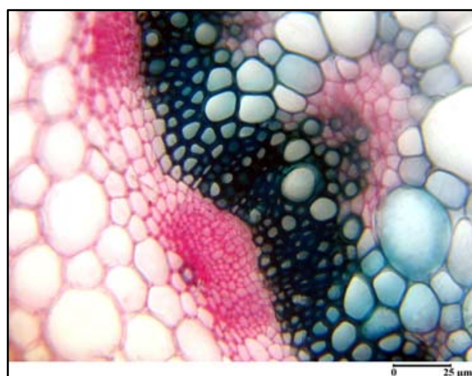


Fig. 202

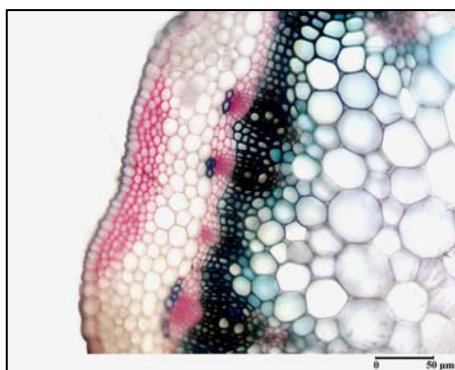


Fig. 203

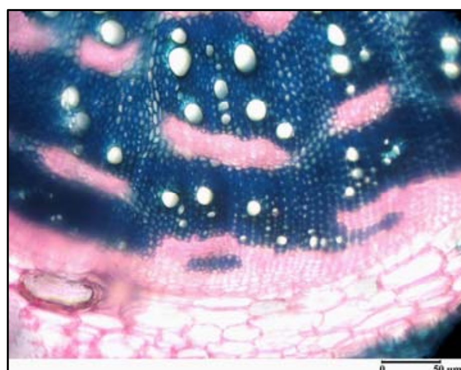
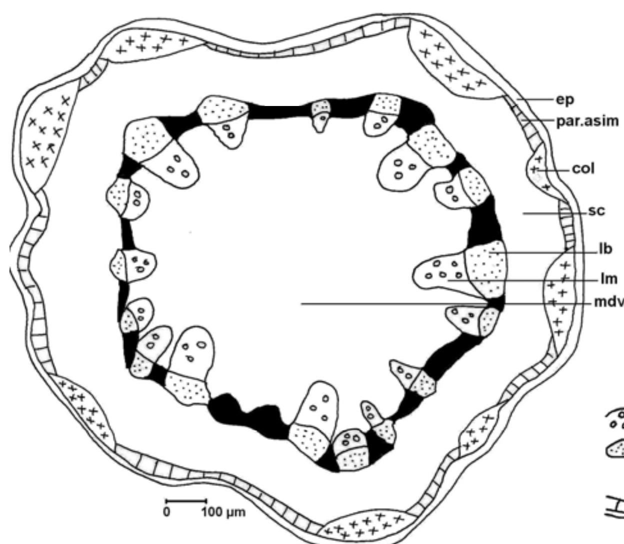
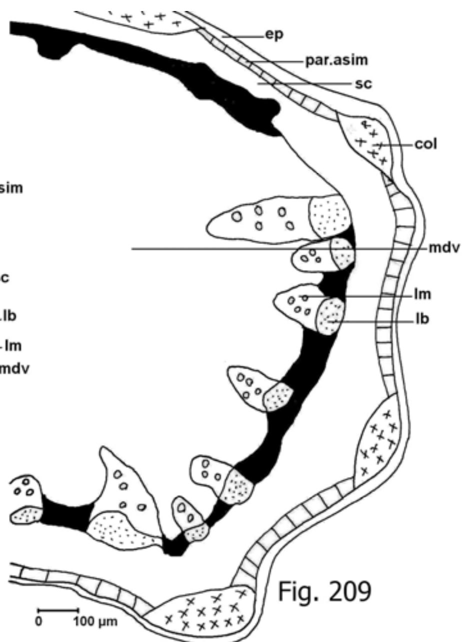
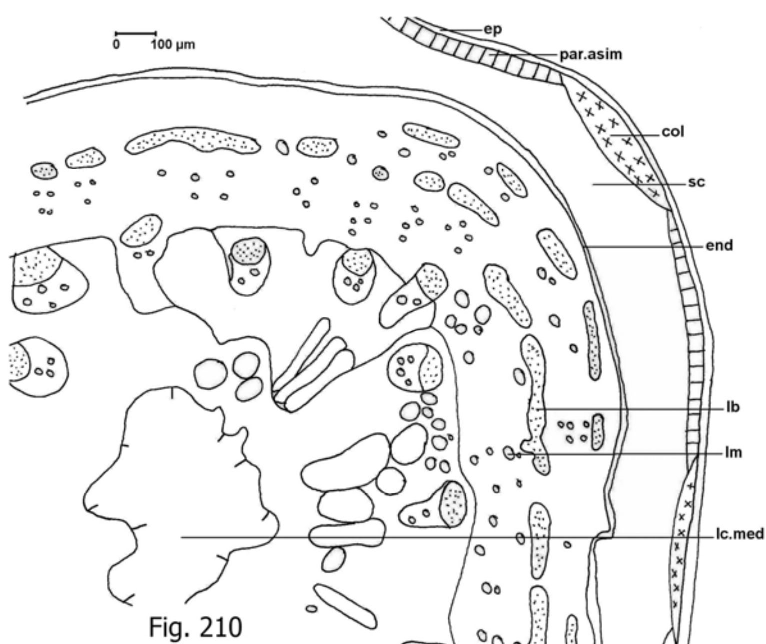


Fig. 204

Atriplex prostrata: Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 199), treime mijlocie (Fig. 200) şi treime superioară (Fig. 201), precum şi prin tulpină, treime superioară (Fig. 202), treime mijlocie (Fig. 203) şi inferioară (Fig. 204).







Atriplex prostrata. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 208), treime mijlocie (Fig. 209) și treime inferioară (Fig. 210): scheme.

Frunza (Fig. 217-220)

Pețiolul (Fig. 211, 217)

Conturul secțiunii transversale este semicircular, cu fața adaxială concavă, rezultând astfel un șanț larg și puțin adânc, delimitat de cele două creste latero-adaxiale (Fig. 217).

Epiderma prezintă celule izodiametrice, cu pereții intern și extern mai groși decât ceilalți, peretele extern este acoperit de o cuticulă subțire (Fig. 211). Din loc în loc se observă puține stomate. Sub epidermă, la fața adaxială și la cea abaxială, dar și în cele două creste latero-adaxiale, se observă puține celule de colenchim (Fig. 211). În parenchimul fundamental, de tip meatic, se observă mai multe fascicule conducătoare de tip colateral și de mărime diferită: câte două în fiecare creastă latero-adaxială și mai multe dispuse pe o elipsă centrală, cu liberul orientat spre epidermă. Toate fasciculele prezintă câte un cordon de elemente mecanice cu pereți celulozici la periferia liberului (Fig. 211). Structura fasciculului este asemănătoare cu cea din nervura mediană a limbului. Unele celule din parenchimul fundamental conțin ursini de oxalat de calciu.

Limbul (Fig. 212-220)

Epiderma văzută de față este formată din celule poligonale, cu pereții laterali drepți (Fig. 212, 213, 217). Din loc în loc, în ambele epiderme se observă stomate de tip anomocitic; așadar, limbul este amfistomatic, numărul de stomate pe unitatea de suprafață fiind mai mare în epiderma inferioară (Fig. 219).

În **secțiune transversală**, nervura mediană, ca și nervurile laterale de ordinul întâi, proemină vizibil la fața inferioară și foarte puțin la fața superioară a limbului (Fig. 214). Nervura mediană cuprinde: celule epidermice mici, izodiametrice, 1-3 straturi de celule hipodermice colenchimatizate angular, parenchim fundamental de tip meatic și, în centru, patru fascicule conducătoare de tip colateral-deschis, din care trei formează un arc abaxial și unul – opus lor, la fața adaxială, înspre treimea inferioară mai ales (Fig. 219). Toate fasciculele au la periferia liberului câte un cordon relativ gros de elemente mecanice cu pereții groși, dar celulozici. Lemnul este format din vase cu dispoziție neregulată, separate de celule de parenchim lemnos celulozic. Liberul cuprinde tuburi ciuruite și celule anexe. Nervurile laterale prezintă doar câte un fascicul conducător.

Ambele epiderme au celule cu peretele extern uşor mai îngroşat decât ceilalţi şi acoperit de o cuticulă foarte subţire. Din loc în loc, în ambele epiderme se află stomate, cu câte o cameră suprastomatică puţin adâncă (caracter de xerofitism, aşa cum aprecia şi Chermezon în 1910).

Mezofilul este relativ omogen, format din celule uşor alungite perpendicular pe cele două epiderme şi celule izodiametrice la mijloc (Fig. 215).

Aşadar, limbul are o structură bifacială ecvifacială, cu ambele palisade de sub cele două epiderme formate de celule relativ joase şi largi. Unele celule ale mezofilului conţin ursini de oxalat de calciu (Fig. 216).

Se pare că, dincolo de posibilitatea de a fi o trăsătură a familiei *Chenopodiaceae,* acizii organici şi cristalele de oxalat de calciu ar putea fi corelate cu metabolismul halofitelor. Se ştie că absorbţia cationilor de către plante este echilibrată în parte de absorbţia anionilor anorganici şi, parţial, de sinteza internă de anioni organici (Waisel, 1972). Este nevoie de o echilibrare prin intermediul anionilor organici pe perioada proceselor de creştere, atunci când nitraţii şi sulfaţii sunt asimilaţi, sau când cationii sunt absorbiţi în exces. La multe specii de halofite intervine o echilibrare cu ajutorul acizilor organici. În special la specii de *Atriplex,* asemenea acizi organici pot fi produşi în exces. Plantele cu un asemenea tip de metabolism pot conţine cantităţi apreciabile de depozite de cristale de oxalat de calciu.

Există, deci, date care indică faptul că sinteza oxalatului este legată de echilibrul ionic. Cristalele de oxalat de calciu pot fi privite ca manifestarea unui efort pentru a menţine echilibrul ionic (Franceschi şi Horner, 1980). Analizele chimice ale frunzelor de la multe specii de halofite au scos în evidenţă că acidul oxalic era în cantităţi apreciabile, corespunzător unor valori ridicate de oxalat de calciu (Osmond, 1967).

La *Atriplex halimus*, oxalatul de calciu este compusul predominant al conţinutului total de acizi organici. Doar în condiţii de cultivare în soluţii ionice slabe conţinutul acestui acid a fost scăzut (Mozafar et. al, 1970). Aceeaşi situaţie este valabilă şi pentru alte specii, atunci când potenţialul hidric din ţesuturi este de asemeni scăzut (Zolhevitch şi Koretskaya, 1959).

Osmond (1963) afirma că oxalatul de calciu este prezent în celulele foliare ca un antagonist pentru sodiu şi potasiu.

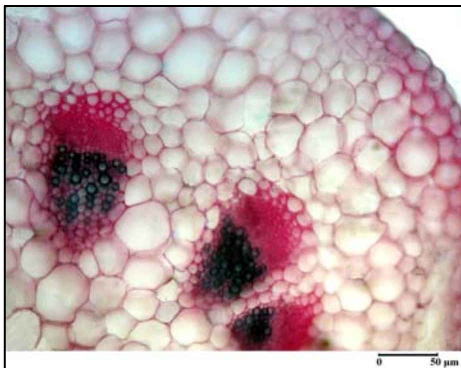


Fig. 211

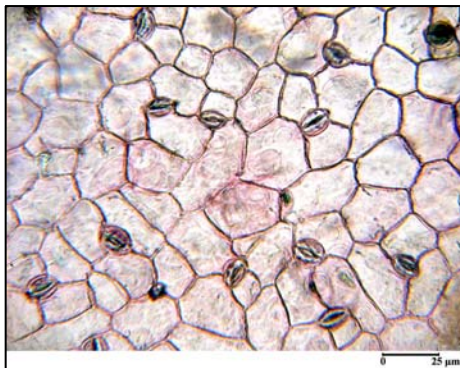


Fig. 212

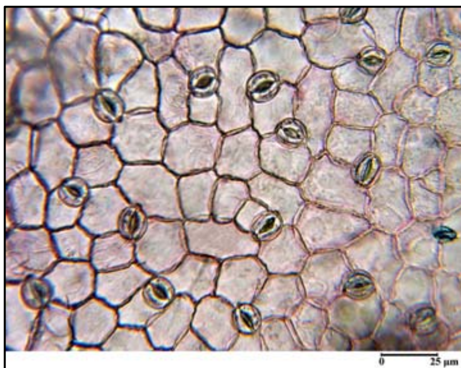


Fig. 213

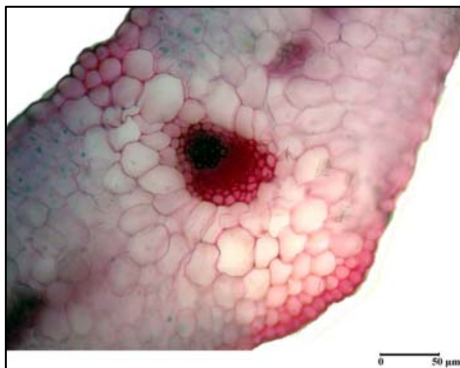


Fig. 214

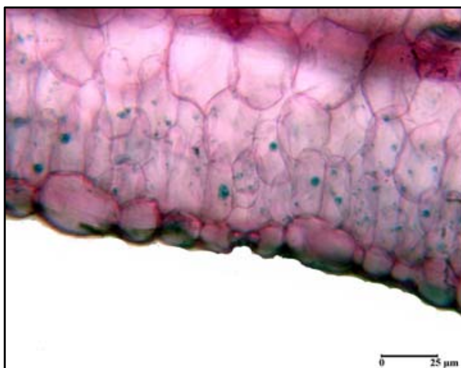


Fig. 215

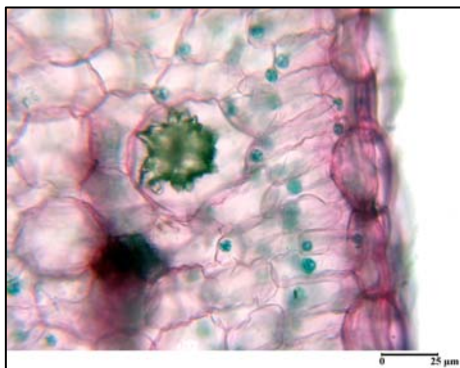


Fig. 216

Atriplex prostrata. Secțiune transversală prin pețiol (Fig. 211); epiderma superioară (Fig. 212) şi epiderma inferioară (Fig. 213), văzute de față; secțiune transversală prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 214), treime mijlocie (Fig. 215) şi treime inferioară (Fig. 216).

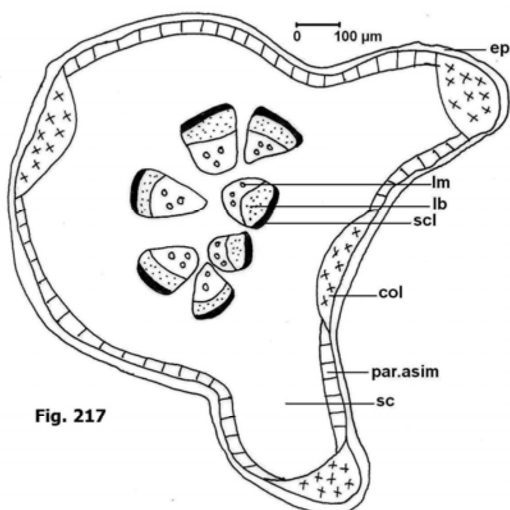


Fig. 217

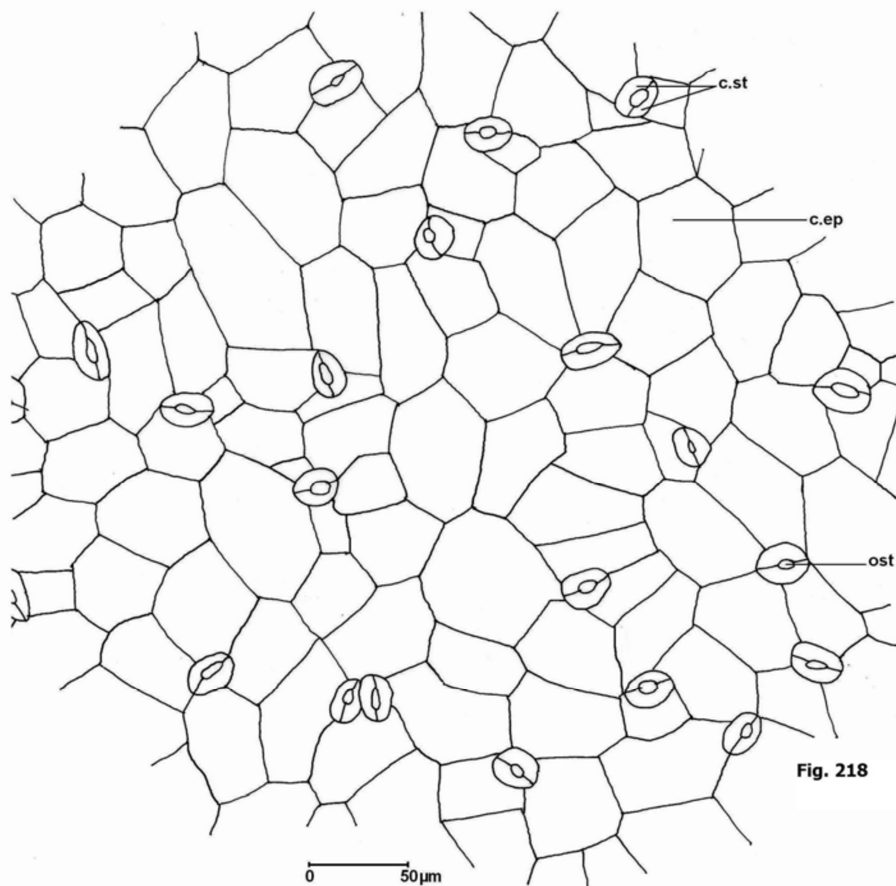
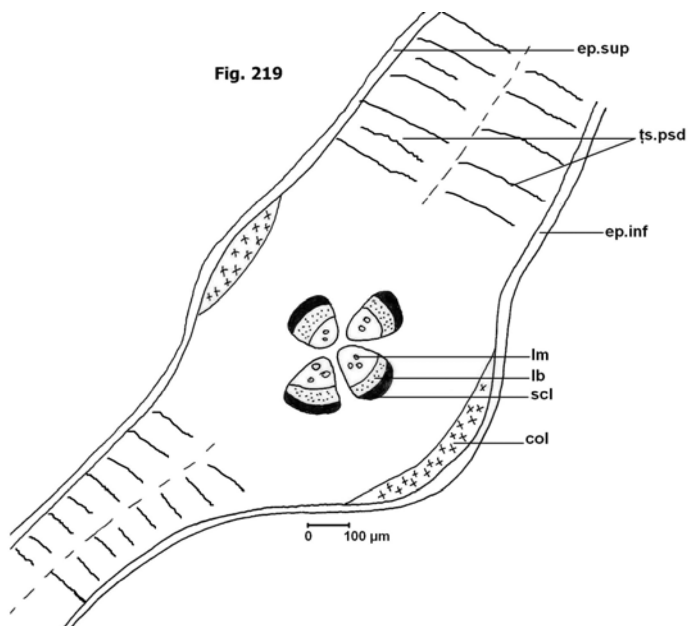
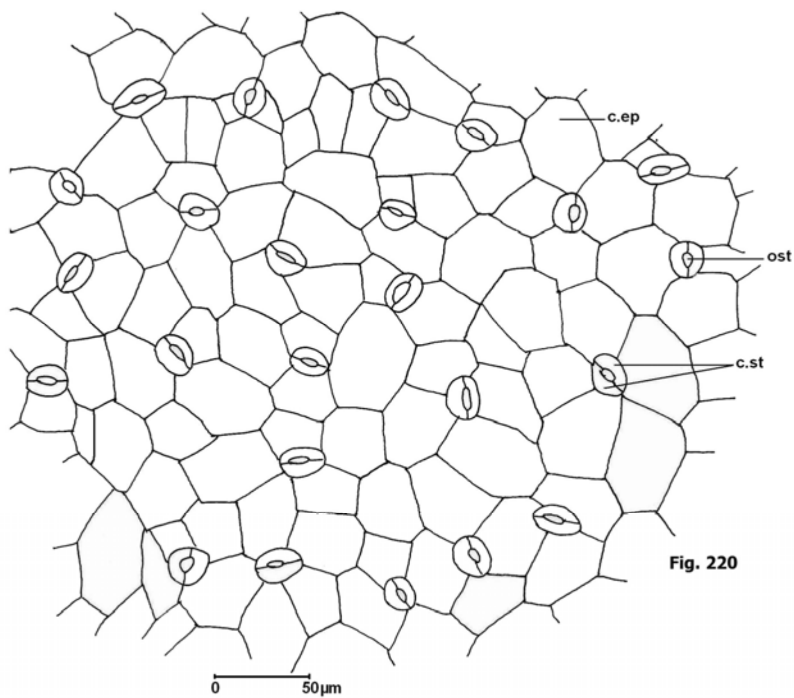


Fig. 218

Atriplex prostrata. Secțiune transversală prin pețiol (Fig. 217) şi epiderma superioară, văzută de față (Fig. 218).





Atriplex prostrata. Secțiune transversală prin limbul foliar, treime inferioară (Fig. 219) – schemă şi epiderma inferioară, văzută de față (Fig. 220).

Atriplex tatarica L.

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 221, 222, 229)

Structura este secundară, rezultat al activității ambelor meristeme laterale: cambiul şi felogenul.

Felogenul formează un suber pluristratificat (3-5 straturi) tipic, ale cărui straturi externe se exfoliază în mod inegal pe circumferința organului.

Cambiul formează un masiv lemnos central, compact, în întregime sclerificat şi lignificat, înconjurat de țesut liberian, ce formează 3 arcuri foarte apropiate între ele (Fig. 221).

Lemnul constă din vase de diametru diferit, separate de mult libriform; doar în axul rădăcinii se disting câteva vase de lemn primar, separate de puține celule de parenchim lemnos celulozic (Fig. 222).

Liberul este format din tuburi ciuruite, celule anexe şi puține celule de parenchim liberian, toate cu pereți subțiri, celulozici.

Structura secundară este completată de țesuturi rezultate din activitatea cambiilor supranumerare (în număr de 2, la acest nivel), cambii care produc mai mult lemn spre interior şi mai puțin liber spre exterior.

Lemnul formează 2 cercuri aproape continue, care cuprind o mare cantitate de libriform, în care sunt dispersate puține vase de diametru diferit.

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 223, 228)

Structura de la acest nivel se datorează activității unui număr de 4 cambii supranumerare, care formează tot atâtea zone groase de lemn (Fig. 223), ce înconjoară arcuri concentrice foarte subțiri de țesut liberian.

Zona de suber este mult mai groasă (7-8 straturi), exfolierea straturilor externe fiind neuniforma pe circumferința rădăcinii.

Pe alocuri se observă formarea de rădăcini laterale, care străbat toate zonele conducătoare, precum şi pătura de suber.

Rădăcină – treime superioară

La limita dintre tulpină şi rădăcină structura este mixtă, dar existența unei măduve parenchimatice şi a unor fascicule conducătoare libero-lemnoase individualizate ne determină să apreciem că ea se apropie mai mult de tulpină. Spre baza organului, se constată o parenchimatizare a zonei axiale, luând aspectul unei măduve, iar țesuturile conducătoare inițiale formează 4 fascicule libero-lemnoase, cu vasele de lemn dispuse în şiruri radiare, separate de puține celule de parenchim lemnos; liberul are toate elementele cu pereții vizibil colenchimatizați.

În jurul acestei structuri primare se află 4 fascicule concentrice de țesut lemnos puternic sclerificat şi intens lignificat, în care sunt înfipte tot atâtea zone concentrice de mici insule liberiene. Alcătuirea liberului şi a lemnului este asemănătoare cu cea de la nivelul rădăcinii.

Toate aceste țesuturi sunt rezultatul activității cambiilor supranumerare, care în mod normal formează fascicule conducătoare, însă marea dezvoltare a țesutului lemnos estompează structura fasciculară în favoarea celei inelare.

La periferia cilindrului central se află o zonă aproape continuă de parenchim cortical primar, acoperită de o pătură groasă (3-7) de suber, formată din celule cu pereți moderat îngroşați, dar intens suberificați.

Tulpină – treime superioară (Fig. 224, 230)

Conturul secțiunii transversale este neregulat-eliptic-costat, cu coaste foarte proeminente, cuprinzând cordoane de colenchim.

Epiderma prezintă celule uşor înalte, cu peretele extern puternic bombat şi acoperit de o cuticulă groasă. La nivelul epidermei se observă numeroşi peri tectori.

Scoarța este colenchimatică (Fig. 224), totdeauna mai groasă în coaste şi se continuă cu câteva straturi de parenchim spre interior, stratul cel mai profund este format din celule cu nisip de oxalat de calciu, sub care se află un endodermoid.

Periciclul este parenchimatic, de el sprijinindu-se cordoanele perifloemice de fibre sclerenchimatice.

În cilindrul central se află mai multe (20-24) fascicule lobero-lemnoase, de mărime diferită, separate de raze medulare sclerificate şi lignificate, în contact direct cu cordoanele de fibre perifloemice; în acest fel, țesutul liberian formează insule înconjurate complet de elemente sclerificate şi lignificate (Fig. 224).

La nivelul lemnului se disting atât elemente de origine primară (puține vase separate de parenchim lemnos celulozic), cât şi elemente de origine secundară, reprezentate de vase separate de fibre libriforme.

Măduva este parenchimatic-celulozică, de tip meatic.

Tulpină – treime mijlocie (Fig. 225)

Conturul secțiunii transversale este poligonal-costat (adesea hexagonal). Structura generală este asemănătoare cu cea de la nivelul analizat anterior, cu următoarele deosebiri:

- celulele epidermice au peretele extern în cea mai mare parte cutinizat;

- sub endodermoid s-a format deja o zonă uni- sau bistratificată de suber;
- între endodermoid şi suber se află un strat discontinuu de fibre sclerenchimatice (Fig. 225);
- în cilindrul central sunt prezente mai multe (15) fascicule conducătoare, de mărime diferită, dispuse pe un cerc; la periferia lor se află un inel foarte gros de fibre sclerenchimatice, cu peretele extrem de gros şi intens lignificat; în acest inel mecanic se disting, din loc în loc, şiruri de vase lemnoase separate de celule de parenchim moderat sclerificat şi slab lignificat;
- toate fasciculele conducătoare au liberul în contact direct cu inelul mecanic, iar razele medulare sunt moderat sclerificate şi lignificate;
- măduva este parenchimatic-lignificată, de tip meatic în poziție centrală, iar zona perimedulară, parenchimatic-celulozică, separă lemnul primar al fasciculelor conducătoare.

Tulpină – **treime inferioară (**Fig. 226, 227, 231**)**

Structura se caracterizează prin următoarele trăsături:

- conturul secțiunii transversale este aproape circular, cu câteva coaste slab proeminente şi cu puțin colenchim;
- în parenchimul cortical, sunt numeroase celulele cu nisip oxalifer sau cu ursini de oxalat de calciu;
- pătura de suber cuprinde 1-3 straturi de celule de mărime diferită, dar dispuse radiar;
- o pătură foarte subțire de țesut liberian;
- un inel foarte gros de sclerenchim (Fig. 226), în care sunt dispersate dezordonat numeroase fascicule conducătoare cu benzi de lemn puternic alungite radiar (vase şi celule de parenchim lignificat); liberul acestor fascicule formează insule înconjurate complet de elemente cu pereți sclerificați şi lignificați (Fig. 227);
- numărul fasciculelor conducătoare de la fața internă a inelului de sclerenchim rămâne constant (15), toate având în cea mai mare parte structură primară; doar, fasciculele mai mari au şi câteva elemente de origine secundară în imediata vecinătate a liberului;
- măduva prezintă numeroase celule cu ursini de oxalat de calciu.

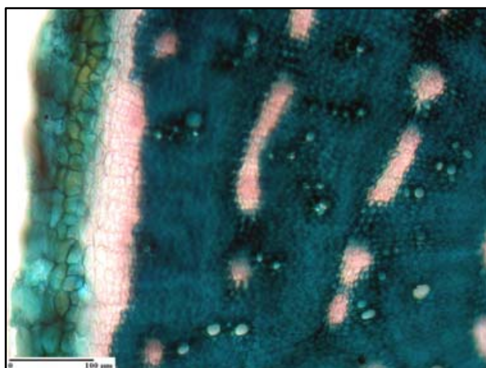


Fig. 221



Fig. 222

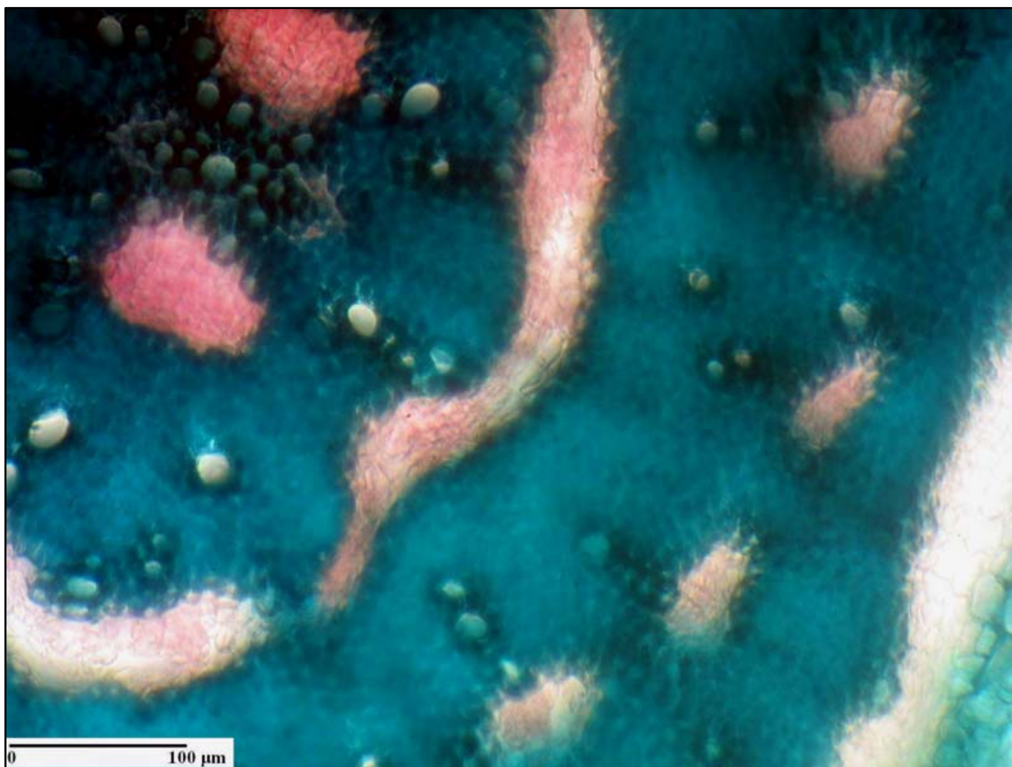


Fig. 223

Atriplex tatarica. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 221, 222) şi treime mijlocie (Fig. 223).

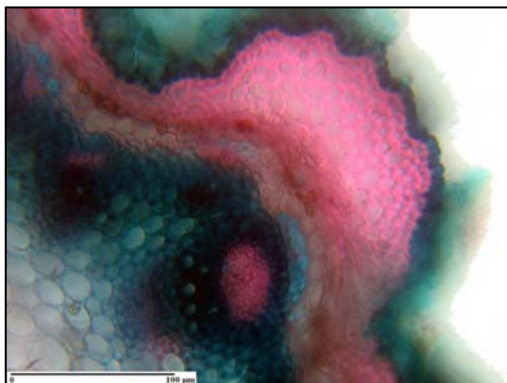


Fig. 224



Fig. 225

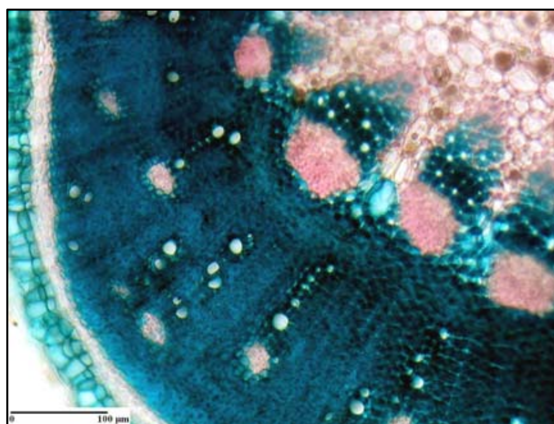


Fig. 226

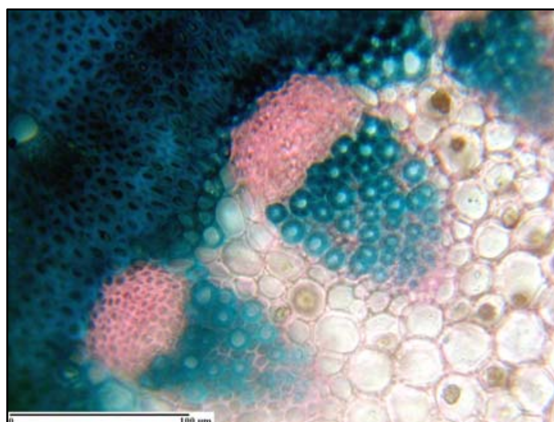
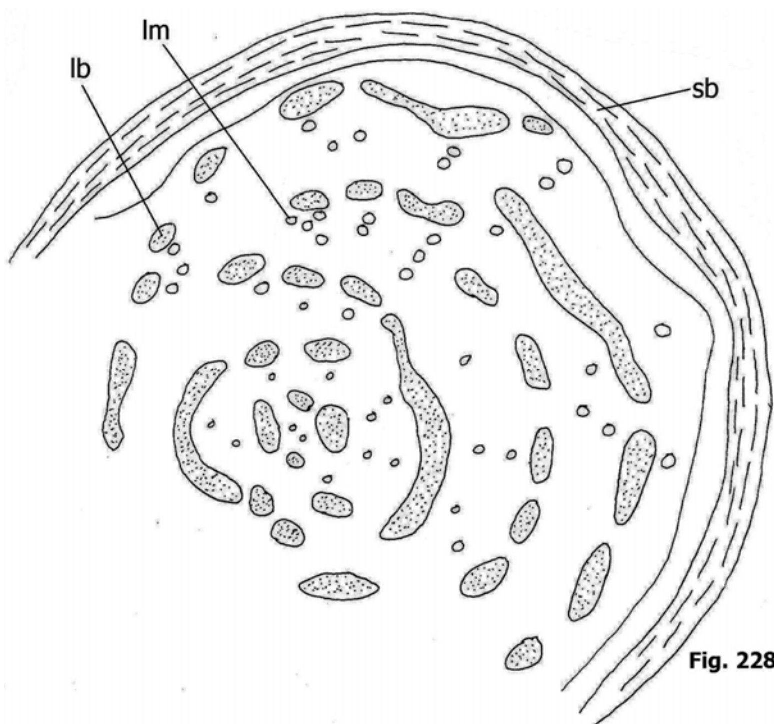
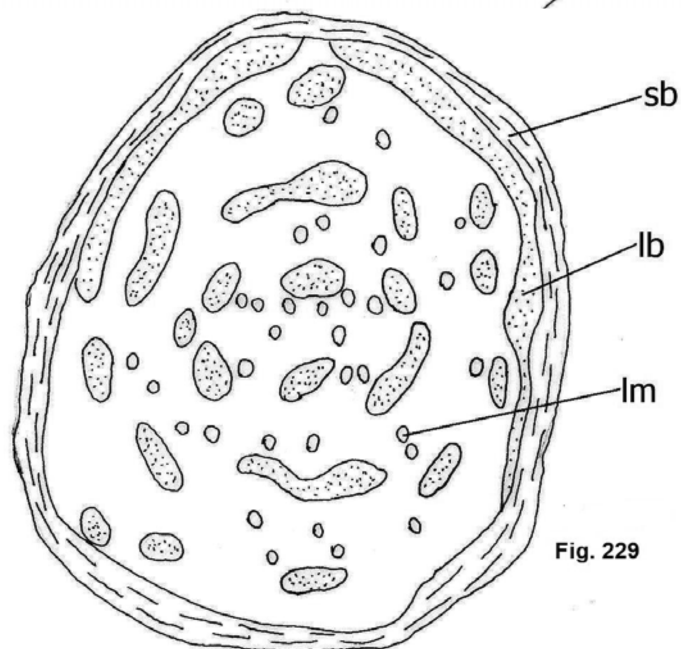


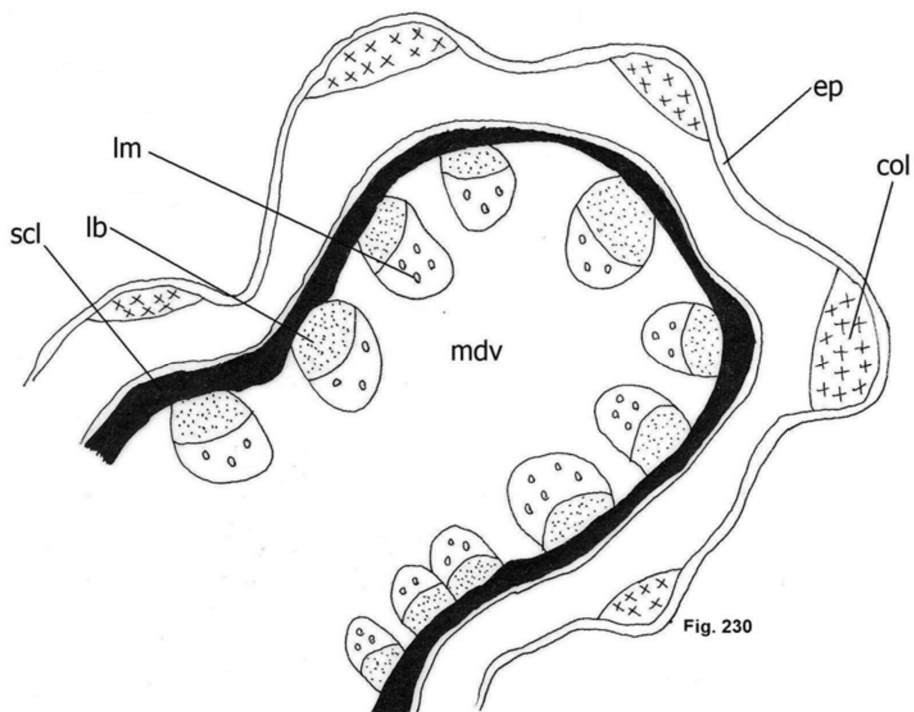
Fig. 227

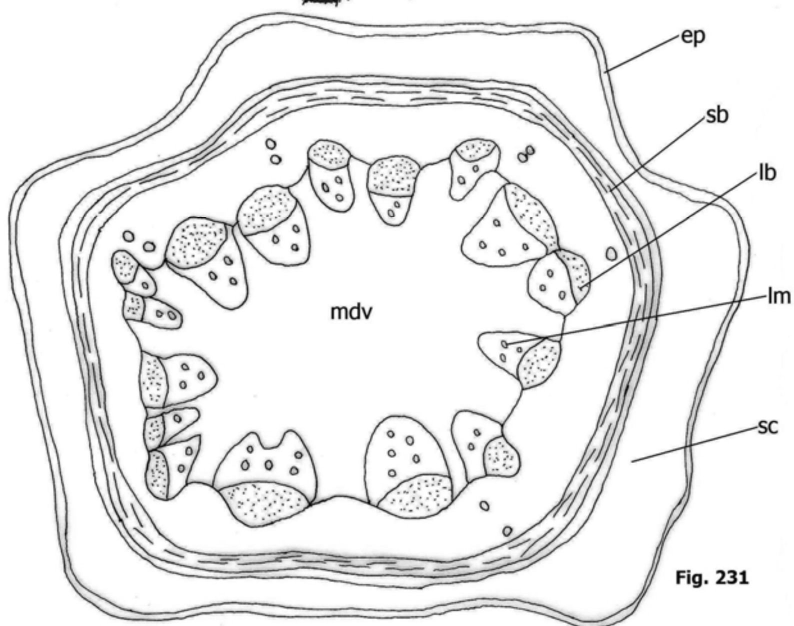
Atriplex tatarica. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 224), treime mijlocie (Fig. 225) şi treime inferioară (Fig. 226, 227).





Atriplex tatarica. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime mijlocie (Fig. 228) şi treime inferioară (Fig. 229): scheme.





Atriplex tatarica. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 230) şi treime inferioară (Fig. 231).

Frunza (Fig. 232-236)

Epiderma superioară, văzută de faţă (Fig. 233) prezintă celule de contur poligonal, cu pereţii laterali drepţi (plani); prin transparenţă se observă ursini de oxalat de calciu.

Ceea ce atrage atenţia în mod deosebit este reţeaua de nervuri, în ochiurile căreia sunt insule cu celule epidermice, încojurate de delule dreptunghiulare, perpendiculare pe nervuri (Fig. 233); ultimile nervuri, înconjurate de astfel de celule, realizează nişte protuberanţe adânc înfipte în insulele de celule epidermice. Toată această structură se observă mişcând viza micrometrică: într-un plan sunt vizibile celulele epidermice şi în alt plan, celulele tecilor perifasciculare, perpendiculare pe nervuri.

Aceste celule perpendiculare pe nervuri reprezintă de fapt „coroanele" de celule ce înconjoară nervurile, aranjament tipic ce poartă numele de *Kranz anatomy* (Waisel, 1972). Există mai multe tipuri, clasificări şi variaţii ale acestui tip de anatomie; tipul menţionat de noi corespunde celui *atriplicoid* (Jacobs, 2001; Muhaidat et al., 2007) şi a fost evidenţiat şi la alte specii de *Atriplex*: *A. lampa* (Pyykkö, 1966) şi *A. buchananii* (Troughton şi Card, 1974); o structură asemănătoare a fost pusă în evidenţă şi la *Atriplex sibirica* de către Gamaley (1985), Frey şi Kürschner (1983).

De un real interes sunt implicaţiile ecologice, adaptative şi evolutive care se pot face cu referire la aceste structuri anatomice foliare, aspecte pe care le-am pus în discuţie într-un articol publicat anterior (Grigore şi Toma, 2007a).

Epiderma inferioară, văzută de faţă (Fig. 232) este formată din celule de acelaşi tip, dar mai mici, iar din loc în loc se observă stomate. Prin transparenţă sunt vizibile mici şi numeroşi ursini de oxalat de calciu.

În **secţiune transversală** (Fig. 234-236) **prin limb,** nervura mediană proemină vizibil la faţa inferioară, faţă la care se observă numeroşi peri veziculari foarte mari (Fig. 235-236), care secretă săruri; asemenea peri sunt foarte rari la faţa superioară şi mai ales în dreptul nervurii mediane. Nervura mediană cuprinde un fascicul libero-lemnos înconjurat parţial (la faţa externă a lemnului) de o teacă de celule cu dispoziţie radiară. În parenchimul fundamental al nervurii mediane sunt vizibile celule cu ursini de oxalat de calciu. Numărul fasciculelor conducătoare din nervurile laterale este mic, dar toate înconjurate de câte o teacă asimilatoare de celule mari, alungite şi dispuse radiar faţă de fascicule (Fig. 234).

Mezofilul este relativ compact, cu celule izodiametrice sau pe alocuri, uşor alungite perpendicular pe epidermă, luând aspectul unor celule palisadice. Multe din celulele mezofilului conțin ursini de oxalat de calciu.

În **treimea inferioară,** la bază, nervura mediană proemină uşor şi la fața superioară, unde sub epidermă se află 2-3 straturi tipice de colenchim. În parenchimul fundamental al nervurii mediane sunt 4 fascicule conducătoare, din care 3 pe un arc abaxial şi unul opus acestui arc, cu lemnul spre fața abaxială. Parenchimul asimilator rămâne tot compact, dar omogen, cu toate celulele izodiametrice.

La acest nivel al limbului foliar, trebuie să evidențiem două aspecte:

În primul rând, prezența perilor secretori. Aceşti peri acumulatori de săruri sunt prezenți la multe specii de halofite din familia *Chenopodiaceae*, mai ales la cele de *Atriplex*. Au fost evidențiați de mulți autori (Pyykko, 1966; Baumeister, Kloos, 1974; Troughton, Card, 1974; Fahn, 1988; Freitas, Breckle, 1993; Lüttge, 1971; Toderich et al., 2002; Waisel, 1972) şi sunt formați din două celule: o celulă pedicel, mică şi una veziculară („bladder"), mare. Structura celulei-pedicel este asemănătoare cu cea a celulelor ce aparțin altor tipuri de glande; ea conține o citoplasmă densă, bogată în mitocondrii, reticul endoplasmic şi numeroase vezicule mici, precum şi cloroplaste. Celulele-pedicel sunt conectate cu celulele veziculare sau cu cele ale mezofilului prin numeroase plasmodesme.

S-a demonstrat că, în cazul acestor celule veziculare, concentrația sodiului şi a clorului este mai mare decât cea din celulele mezofilului şi mai mare decât cea a mediului extern. De regulă, conținutul de sodiu este mai mare decât cel de potasiu. De asemeni, veziculele manifestă o electronegativitate mai mare decât restul celulelor mezofilului şi decât cea a soluției externe. Deci, direcția fluxului de săruri este dinspre mediul extern, prin mezofil, spre aceste structuri secretoare. De vreme ce acest proces are loc împotriva gradientului de concentrație, se pare că procesul reclamă un consum energetic.

Aceşti peri au fost evidențiați şi la *Atriplex leucoclada* (Bonnier şi Leclerc du Sablon, 1905); autorii erau de părere că aceşti peri se umplu cu apă în perioadele umede, iar în cele secetoase rezervele sunt consumate; pereții acestor celule, golite şi aplatizate, formează un înveliş care protejează planta împotriva deshidratării.

Este o certitudine faptul că perii veziculari reprezintă un important mecanism ce intervine în toleranța la săruri. La *Atriplex halimus,* aceşti peri joacă un rol important în îndepărtarea sării din frunze, prevenind astfel acumularea ionilor toxici în parenchim şi în țesuturile vasculare. În acest fel

se menține în celulele frunzelor un nivel relativ constant al sărurilor (Mozafar şi Goodin, 1970). În plus, s-a demonstrat că în interiorul acestor celule veziculare concentrațiile de Na şi K sunt foarte ridicate şi cresc dacă plantele sunt supuse unor tratamente saline. Şi conținutul de Cl se măreşte în aceste condiții, ceea ce echilibrează mare parte din ionii de Na şi K în peri. Se mai presupune că perii măresc transpirația, ceea ce duce la acumularea sărurilor în interiorul lor.

Acest tip de structură secretoare a fost evidențiat şi la alte genuri din familia *Chenopodiaceae*, precum *Chenopodium* (Brian şi Cattlin, 1968).

Structurile secretoare de săruri la *Chenopodiaceae* sunt foarte interesante, iar semnificația lor ecologică a fost pusă în discuție de Waisel (1972). Se pare că sunt mecanisme bine puse la punct, care atestă dependența de factorii pedologici, în special de tipul şi concentrația salinității[21].

Atriplex tatarica ar putea fi considerată, de fapt, o specie ruderală; el are un spectru ecologic larg, fiind mezofilă către xerofilă, alcalinofilă obligată şi neohalofilă, de la slab la puternic şi chiar foarte puternic tolerantă. Se dezvoltă bine pe locuri cu multe substanțe nutritive, foarte ruderalizate prin târlire, îngrăşate cu bălegar, potrivit de umede, dar şi uscate, când poate suporta concentrații mai mari de săruri (prin concentrarea acestora, n.n) (Bucur şi colab., 1961).

[21] Putem să privim aceste glande ca un alt exemplu în favoarea „ipotezei” adaptărilor „extreme” din punct de vedere histo-anatomic: se ştie că glandele sunt mai active în condiții de salinitate *crescută*, deci când un factor de mediu este puternic ca intensitate; nu mai vorbim de faptul că sunt glande care devin active, trecând din starea „latentă” atunci plantele când sunt cultivate în soluții saline, caz întâlnit la graminee sau la specii de *Glaux*. Fireşte, studii suplimentare vor putea să încline balanța în favoarea sau în defavoarea acestei observații.

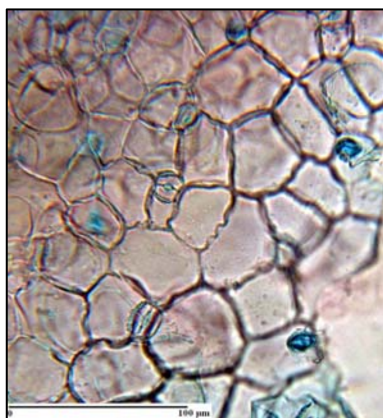


Fig. 232

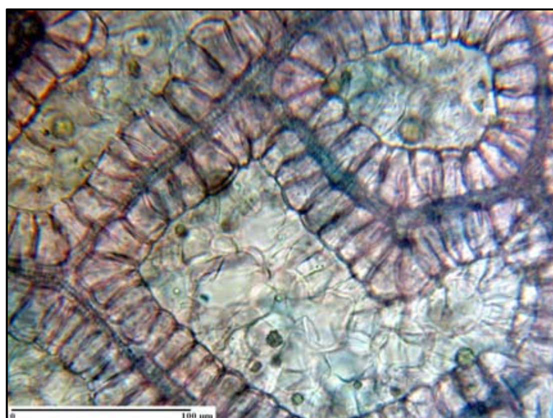


Fig. 233



Fig. 234

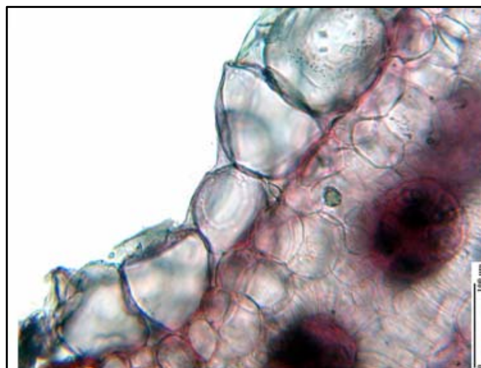


Fig. 235

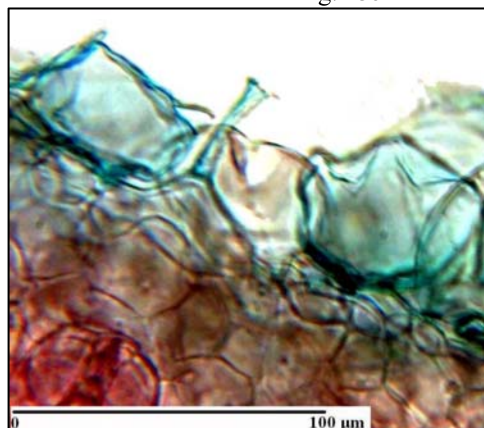


Fig. 236

Atriplex taratica. Epiderma inferioară (Fig. 232) şi cea superioară (Fig. 233) văzute de faţă, precum şi secţiuni transversale prin limbul foliar (Fig. 234-236).

Bassia hirsuta (L.) Asch.

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 237, 238, 247)

Structură este secundară, rezultat al activității ambelor meristeme laterale.

Suberul (Fig. 238) prezintă 3-4 straturi de celule în curs de exfoliere şi se află în imediata vecinătate a inelului de liber secundar.

Țesuturile conducătoare formează un inel subțire de liber şi un corp lemnos central foarte gros, cu 2 subzone:

- una axială, subțire, cu vase puține, dar de diametru mare, şi cu mult libriform (Fig. 237);
- alta externă, foarte groasă, cu puține vase, dar mai largi spre interior, dispersate neregulat, şi cu foarte mult libriform; acesta din urmă are fibre cu pereți extrem de groşi, dar moderat lignificați.

Întregul corp lemnos şi inelul liberian, sunt străbătute de numeroase raze medulare, mai adesea uniseriate, care la nivelul lemnului au celule cu pereți puternic îngroşați, dar slab lignificați.

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 239, 240, 248)

La acest nivel, se schițează şi o zonă perifloemică specială, discontinuă, uni- sau bistratificată, ale cărei celule seamănă mai mult cu elementele unei endoderme de tip terțiar (îngroşări în formă de potcoavă). Astfel de elemente cu pereții îngroşați ar putea aparține unui veritabil țesut mecanic, localizat în poziție periciclică, la periferia inelului liberian (Fig. 240).

Corpul lemnos este mai gros, mai intens lignificat şi cu vase mai numeroase, păstrând tot o dispoziție neregulată. În zona axială, parte din celule se dezorganizează, rezultând o cavitate aeriferă de contur neregulat (Fig. 239).

Rădăcină – treime superioară (Fig. 241-249)

Periderma este tipică, dar are grosime diferită pe circumferința organului, celulele suberului prezentând pereți puțin îngroşați, dar intens lignificați.

Zona de elemente mecanice este mai groasă (2-3 straturi) şi aproape continuă, pereții celulelor componente (alungite tangențial) fiind intens lignificați (Fig. 241).

Corpul lemnos este şi mai gros, intens lignificat şi cu mai multe vase pe unitatea de suprafață; în zona axială, pereții celulelor sunt mai subțiri, fie lignificați, fie celulozici.

Este interesant faptul că rădăcina acestei specii, din ceea ce am reuşit noi să observăm, este neafectată de policambie; din ce cunoaştem, sau cel

puțin dintre toate speciile de *Chenopodiaceae* analizate de noi, este singura specie cu structură secundară „normală”, cel puțin la nivelul rădăcinii.

Tulpină – treime superioară (Fig. 242, 243, 250, 252, 253)

Epiderma prezintă celule cu peretele extern bombat, mai gros decât ceilalți şi acoperit de o cuticulă groasă. Din loc in loc sunt peri bicelulari, cu celula terminală bicornută şi cu peretele extern bombat (Fig. 252, 253).

Scoarța este subțire, uşor colenchimatizată pe alocuri, unele celule interne, foarte mari, conținând nisip de oxalat de calciu.

Cilindrul central cuprinde:

- un inel subțire, extern de liber secundar;
- un inel intern, mult mai gros de lemn secundar;

Elementele liberului secundar sunt vizibil colenchimatizate. La periferia inelului de liber se află mai multe (10) cordoane groase de fibre sclerenchimatice (cu pereții extrem de groşi şi lignificați) (Fig. 242), ce corespund tot atâtor fascicule conducătoare libero-lemnoase din structura primară; lemnul primar al unora dintre aceste fascicule este încă vizibil în zona perimedulară (Fig. 243).

În inelul de lemn secundar predomină libriformul, în care puținele vase, de diametru diferit, sunt dispersate neregulat. Zona externă a inelului de lemn secundar este nelignificată.

Măduva este subțire, parenchimatic-celulozică, de tip meatic.

Tulpina – treime mijlocie (Fig. 244, 251)

Perii sunt mai numeroşi.

În scoarța externă alternează cordoane de colenchim tangențial cu zone de clorenchim, având celule izodiametrice. Scoarța internă are celule foarte mari, alungite tangențial, cu pereți mai îngroşați.

Cordoanele de fibre perifloemice sunt mai groase (Fig. 244).

Inelul de lemn secundar este mai gros şi mai intens lignificat, vasele sunt mai frecvente pe unitatea de suprafață, iar fibrele libriforme au pereți mai îngroşați şi intens lignificați.

În zona perimedulară este vizibil lemnul al celor 10-12 fascicule conducătoare din structura primară, având vase dispuse în şiruri radiare separate de celule de parenchim celulozic.

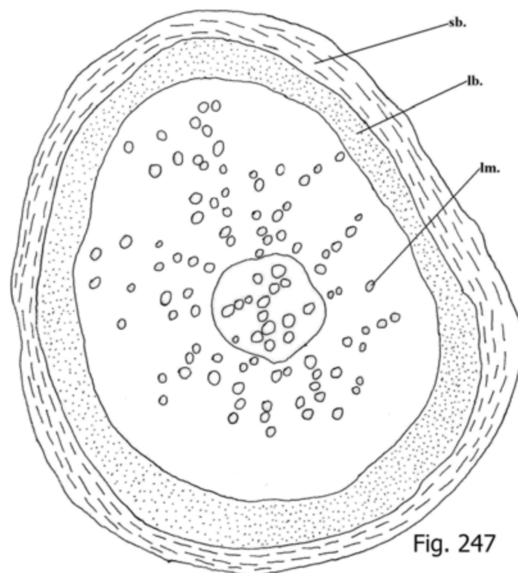
Tulpină – treime inferioară (Fig. 245, 246, 254)

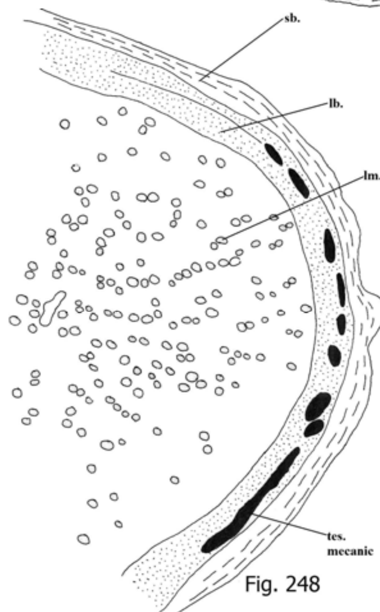
Perii sunt mai mari (Fig. 254) şi cuticula este mai groasă.

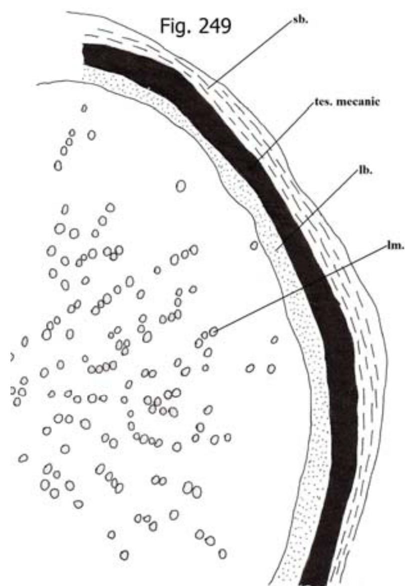
Zonele de parenchim asimilator sunt mai subțiri; celulele cu nisip oxalifer sunt mai frecvente.

Între cordoanele de fibre perifloemice (Fig. 246) se găseşte un strat discontinuu de celule mecanice, puternic alungite tangenţial şi având îndeosebi pereţii tangenţiali îngroşaţi, lumenul fiind abia vizibil.

Inelul de lemn este mai gros şi mai lignificat, iar lemnul primar din poziţie perimedulară este complet lignificat, chiar mai intens decât lemnul secundar (Fig. 245).







Bassia hirsuta. Secţiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 247), treime mijlocie (Fig. 248) şi treime superioară (Fig. 249): scheme

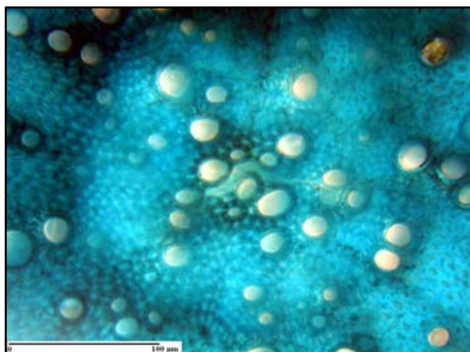


Fig. 237

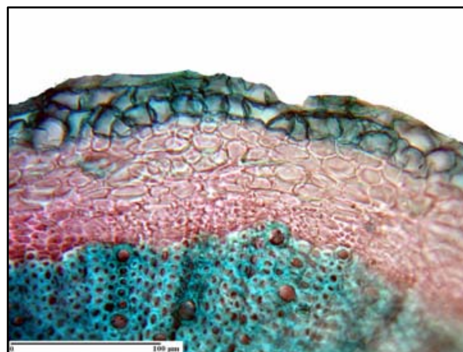


Fig. 238



Fig. 239

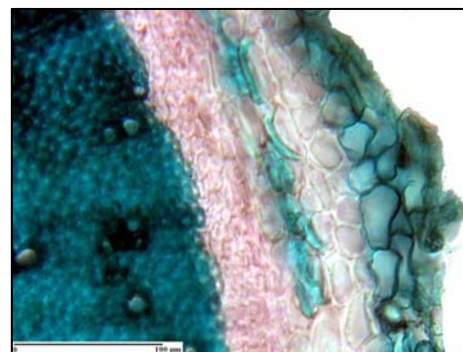


Fig. 240

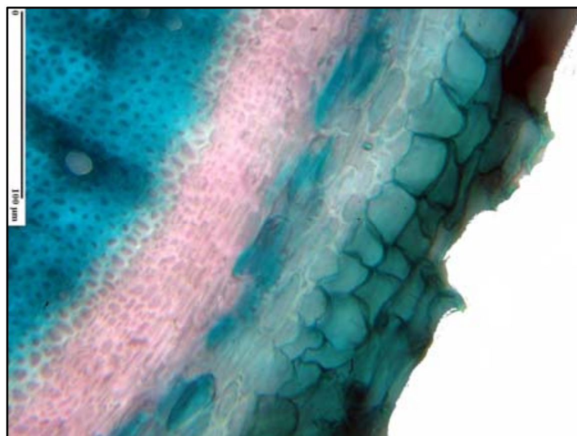


Fig. 241

Bassia hirsuta. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 237, 238), treime mijlocie (Fig. 239, 240) şi treime superioară (Fig. 241).



Fig. 242



Fig. 243

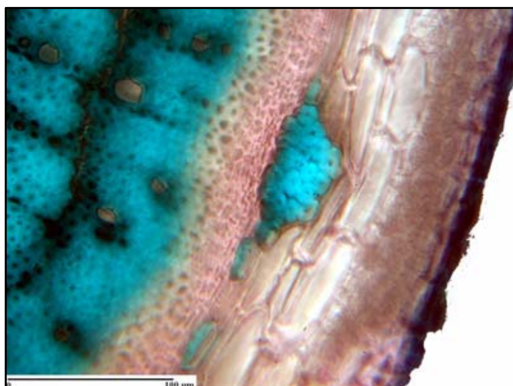


Fig. 244

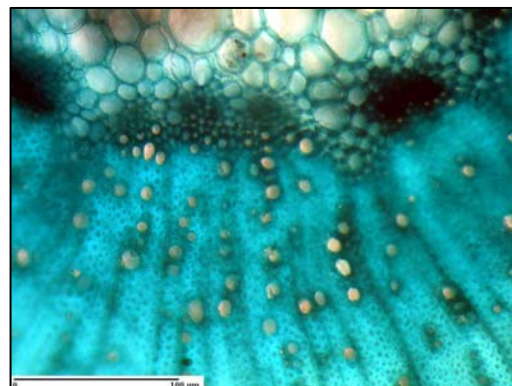


Fig. 245

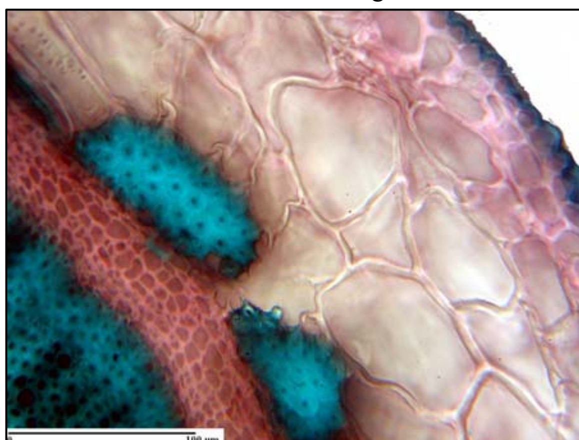
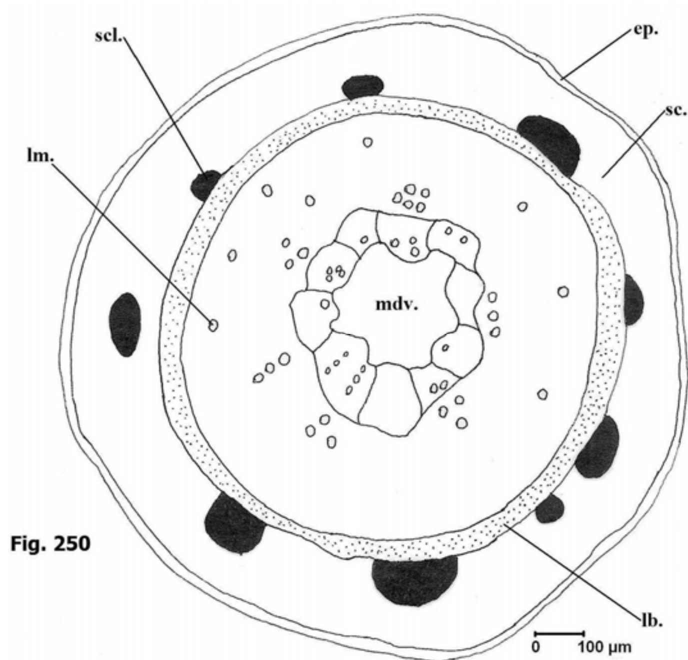
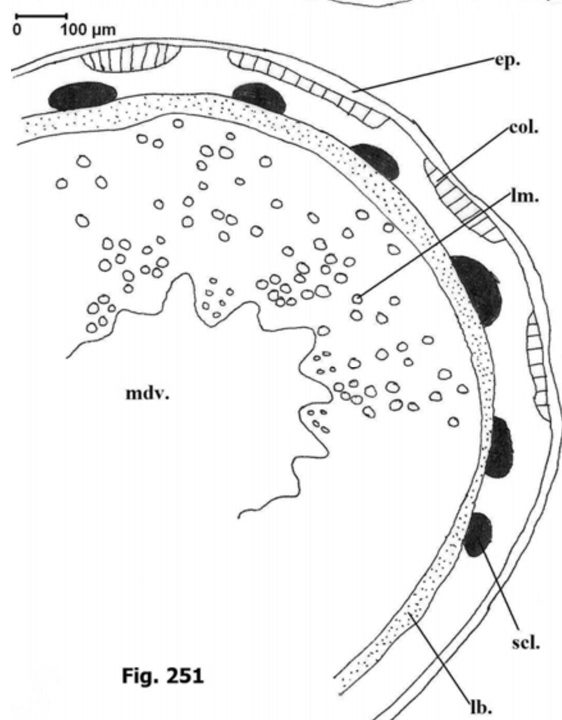


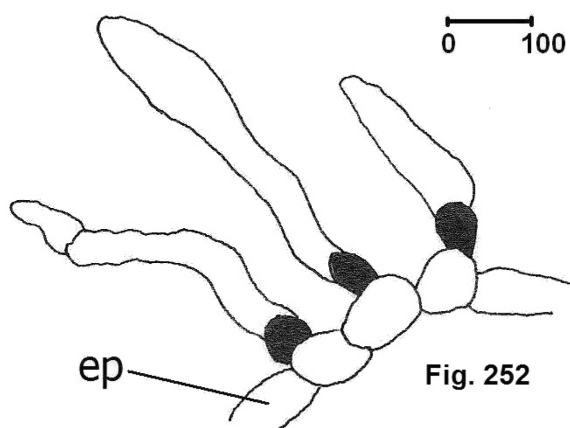
Fig. 246

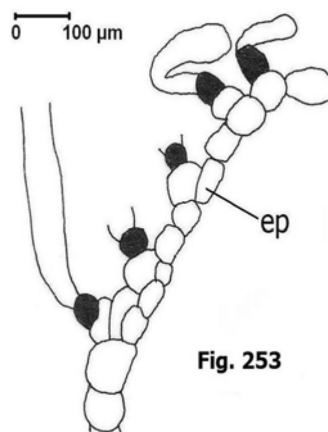
Bassia hirsuta. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 242, 243), treime mijlocie (Fig. 244) şi treime inferioară (Fig. 245, 246).

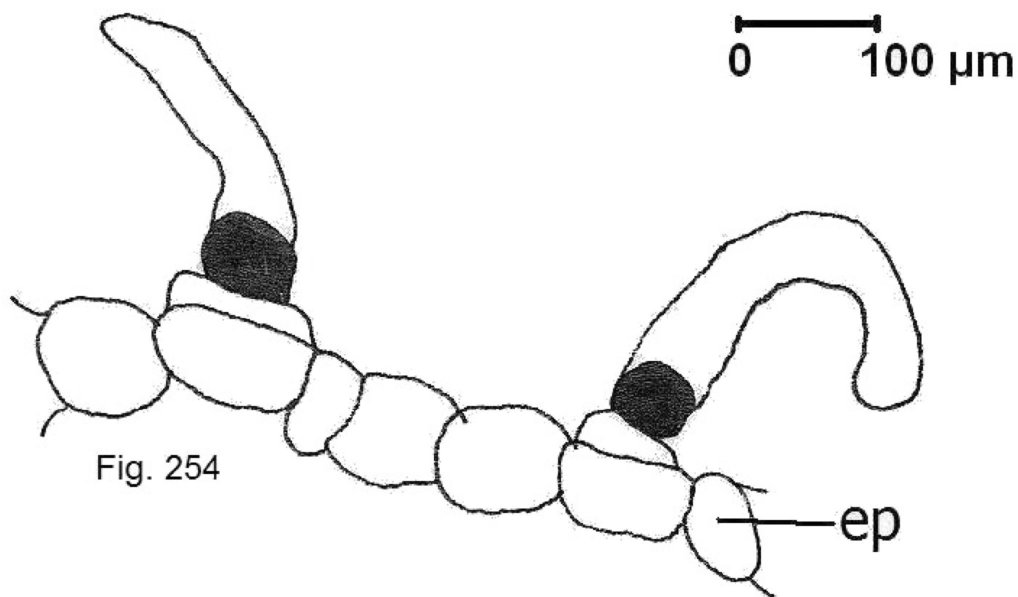




Bassia hirsuta. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 250) şi treime mijlocie (Fig. 251): scheme.







Bassia hirsuta. Peri tectori din epiderma tulpinii, treime superioară (Fig. 252-253) şi treime inferioară (Fig. 254): scheme.

Frunza

Epiderma văzută de față (Fig. 255) are celulele de contur poligonal, cu pereții laterali drepți. Din loc în loc se observă stomate, mai adesea de tip paracitic. Prin transparență se observă numeroşi ursini de oxalat de calciu. În unele celule epidermice foarte mari se observă o formațiune de contur circular.

În **secțiune transversală prin limb** (Fig. 256, 257), conturul limbului este dreptunghiular, cu unghiurile rotunjite. Celulele epidermice sunt mari, cu peretele extern mai gros decât ceilalți şi acoperit de o cuticulă subțire. Din loc în loc sunt vizibile stomate, localizate uşor sub nivelul extern al celulelor epidermice. La nivelul epidermei sunt prezenți aceiaşi peri tectori menționați la tulpină; celula lor bazală este una epidermică obişnuită, pe care se suprapune o alta, dreptunghiular-trapezioidală, a cărei proiecție se observă pe secțiune superficială.

Mezofilul este foarte gros, de tip palisadic, bi- sau tristratificat (Fig. 256, 257), cu celule înalte; unele dintre ele conțin ursini de oxalat de calciu. Țesutul palisadic înconjoară o zonă centrală subțire, formată din celule mari, alungite tangențial şi lipsite de cloroplaste. Țesutul palisadic şi aceste celule acvifere centrale conferă de fapt limbului suculența caracteristică.

Țesuturile conducătoare formează un fascicul mic median şi 2 arcuri opuse, formate fiecare din câte 3-5 fascicule mai mici.

Cu privire la apartenența acestei specii la tipul fotosintetic C_3 sau C_4, aceasta pare să corespundă tipului *sympegmoid* sau *austrobassioid* (de tip C_3), însă nu ne putem pronunța cu siguranță deoarece, pe de o parte, nu am putut compara figurile secțiunilor transversale ale speciei noastre cu cele ale altor autori, iar pe de altă parte, datele din literatura străină atestă atât prezența fotosintezei de tip C_3, cât şi a celei de tip C_4 la speciile acestui gen. În plus, mai nou, există şi inconsecvențe taxonomice, câtă vreme genul *Kochia*, despre care există unele precizări, a fost inclus în genul *Bassia.* De pildă, *Kochia prostrata* este o specie C_4 (Pyankov et al., 2001; Muhaidat, Sage şi Dengler, 2007), la fel ca şi *K. scoparia* (Pyankov et al., 2001).

Specia investigată de noi, încadrată de Şerbănescu (1965) în grupa asociațiilor clorurice, se dezvoltă în sărături foarte puternice şi foarte umede. Pe măsură ce umiditatea scade, deci pe măsură ce se îndepărtează de apă, *Bassia hirsuta* se răreşte până ce dispare; excesul de apă este un factor fără de care specia nu poate trăi. Noi am recoltat-o de pe un sol umed, argillos-nisipos. Este foarte util să se rețină ideea că există o strânsă, şi nu de puține ori complicată, corelație între umiditate, ionii de clor şi suculență, idee pe care o vom dezbate mai pe larg în paginile următoare.



Fig. 255



Fig. 256

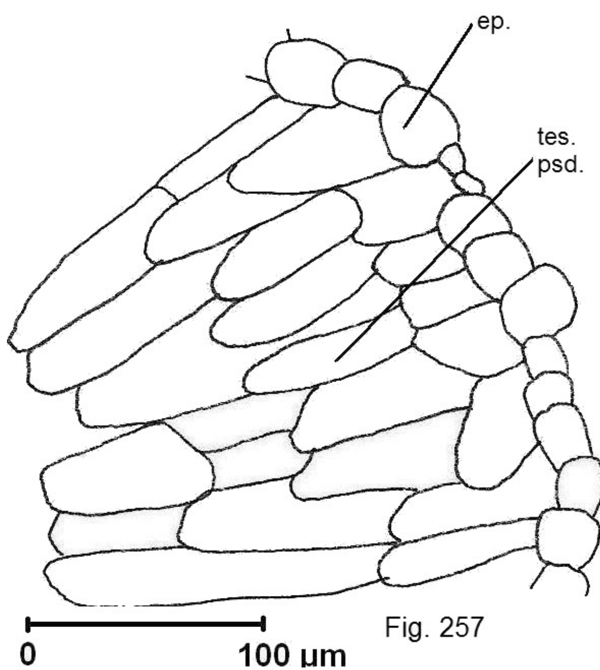


Fig. 257

Bassia hirsuta. Epiderma văzută de față (Fig. 255); Secțiuni transversale prin limbul foliar (Fig. 256, 257).

Camphorosma annua Pall.

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 258, 259, 265)

Conturul secțiunii transversale este neregulat-circular, cu coaste puțin proeminente. La nivelul analizat, structura este tipic secundară, rezultat al activității ambelor meristeme laterale, structură continuată apoi datorită activității unui număr de 2 cambii supranumerare (Fig. 258).

La periferia rădăcinii se află o pătură relativ subțire (3-4 straturi) de suber tipic, păturile lui externe fiind în curs de exfoliere, de ele aderând, pe alocuri, încă resturi din parenchimul cortical primar.

Față de alte specii de *Chenopodiaceae*, distincția între structura secundară normală şi cea terțiară, ulterioară, este greu de făcut; doar numărul şi diametrul vaselor din zona centrală, separate de elemente cu pereții mai puțin îngroşați şi slab lignificați, reprezintă mărturia structurii secundare. Din activitatea ambelor cambii supranumerare rezultă 2 arcuri aproape închise de libriform intens lignificat, în grosimea căruia se disting vase dispersate neregulat şi de calibru diferit (Fig. 259). Aceste arcuri sunt uşor strangulate din loc în loc, dând impresia unui număr de fascicule lemnoase foarte apropiate, separate de raze parenchimatic-lignificate. La periferia fiecăruia dintre cele 2 arcuri sclerificate şi lignificate se află câte un arc mai subțire de țesut celulozic, reprezentat de elemente liberiene. Pe unele secțiuni se observă formarea de rădăcini laterale, în dreptul deschiderii arcurilor de țesuturi conducătoare.

Rădăcină – treime superioară (Fig. 260, 266)

Structura se menține în general asemănătoare, cu deosebirea că au funcționat deja 3 cambii supranumerare, rezultând tot atâtea inele lemnoase şi inele liberiene, cele dintâi mult mai groase şi puternic lignificate. Ca şi la nivelul anterior analizat, liberul formează arcuri discontinue în zonele centrală şi externă ale organului (Fig. 260). Pătura de suber este mai groasă (3-5 straturi), iar în inelele de liber se recunosc celule de parenchim mult mai mari şi localizate în vecinătatea imediată a următorului inel lemnos. În toată grosimea rădăcinii, dar mai ales în inelele externe de lemn, fibrele libriforme au pereții extrem de groşi şi intens lignificați.

Structura secundară se recunoaşte după numărul mare de vase pe unitatea de suprafață şi după elementele libriforme dintre ele, cu pereții moderat îngroşați şi slab lignificați.

Tulpină – treime superioară (Fig. 261, 267)

Conturul secțiunii transversale este neregulat-poligonal, cu coastele rotunjite.

Epiderma are celule izodiametrice, cu peretele extern puternic bombat, mai îngroşat decât ceilalţi şi acoperit de o cuticulă groasă. Din loc în loc se observă stomate şi rari peri tectori pluricelulari.

Scoarţa este moderat colenchimatizată în toată grosimea ei, celulele straturilor externe fiind mai mici şi cu pereţii mai îngroşaţi.

Cilindrul central este de tip fascicular la o tulpină foarte tânără, dar ţesuturile lui conducătoare devin curând de tip inelar, cu un început de structură secundară. La periferia inelului de liber se află o zonă continuă de fibre sclerenchimatice, cu pereţi puternic îngroşaţi şi intens lignificaţi; această zonă este mai groasă din loc în loc, unde formează cordoane ce corespund fasciculelor conducătoare din structura primară (Fig. 261).

Lemnul primar se distinge prin vase cu dispoziţie mai regulată şi separate de celule de parenchim celulozic. În lemnul secundar predomină libriformul, ale cărui fibre au pereţii extrem de puternic îngroşaţi.

La o analiză mai atentă observăm că la faţa internă a inelului „lemnos", sclerificat şi lignificat, există un număr de fascicule libero-lemnoase, localizate în dreptul coastelor tulpinale.

Din cele menţionate, rezultă că fasciculele din structura primară rămân în poziţie perimedulară, iar cambiul a format 2 zone concentrice de lemn şi, respectiv, de liber secundar.

Măduva este parenchimatic-celulozică, de tip meatic, celulele având pereţii moderat îngroşaţi, ca şi cei ai celulelor corticale.

Tulpină – treime mijlocie (Fig. 262, 268)

Conturul secţiunii transversale devine tipic circular, cuticula este mai groasă, procesul de lignificare este mai intens, inelul de lemn secundar este mai gros, în masa lui fundamentală de libriform observându-se vasele dispersate neregulat. La faţa internă a inelului de lemn secundar sunt vizibile fasciculele din structura primară, dar formate numai din elemente lemnoase, cu pereţi puternic lignificaţi; aceste fascicule alternează cu unele în care şirurile radiare de vase sunt separate de parenchim lemnos celulozic.

Tulpină – treime inferioară (Fig. 263, 264, 269)

La periferia organului se observă, din loc în loc, lenticele mari, cu mult ţesut suberos şi cu puţin parenchim de umplutură; între lenticele se menţine epiderma, cu o cuticulă groasă.

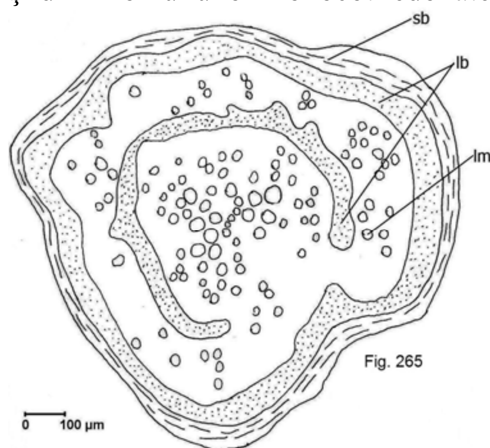
În scoarţă, multe celule au pereţi anticlini de diviziune.

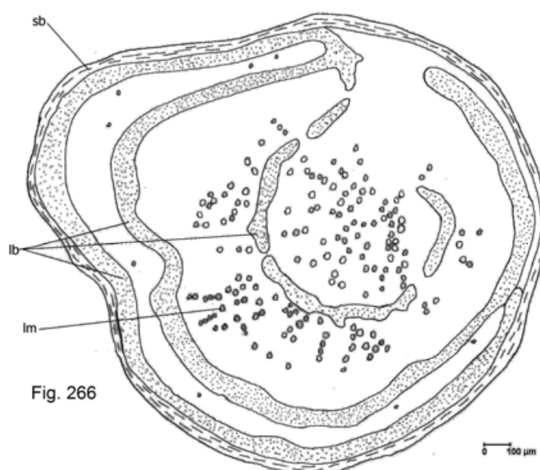
Măduva este relativ subţire, de contur neregulat, cu unele celule centrale în curs de dezorganizare.

Ţesuturile conducătoare secundare formează 2 inele concentrice, dintre care cel lemnos mult mai gros, cu numeroase vase dispersate neuniform în

masa fundamentală de libriform. Inelul de liber, mult mai subțire, este fragmentat pe alocuri de unele raze cu elemente parenchimatic-lignificate. La fața internă a inelului de lemn secundar se observă încă lemnul primar al fasciculelor inițiale, proeminând puternic în măduvă şi având între vase puține celule de parenchim celulozic (Fig. 264).

La acest nivel al tulpinii s-a format şi un cambiu supranumerar, din a cărui activitate a rezultat un inel relativ gros de lemn şi un altul, mai subțire, de liber; în inelul de lemn, vasele sunt rare, iar la periferia inelului de liber se observă mai multe cordoane foarte subțiri de fibre sclerenchimatice, cu pereții moderat îngroşați şi slab lignificați (Fig. 263). Între aceste cordoane se disting şi elemente mecanice puternic alungite tangențial, cu pereții laterali şi intern foarte îngroşați, amintind de celulele endodermei de tip terțiar din rădăcina şi din rizomul unor monocotiledonate.





Camphorosma annua. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 265) şi treime superioară (Fig. 266): scheme.



Fig. 258



Fig. 259

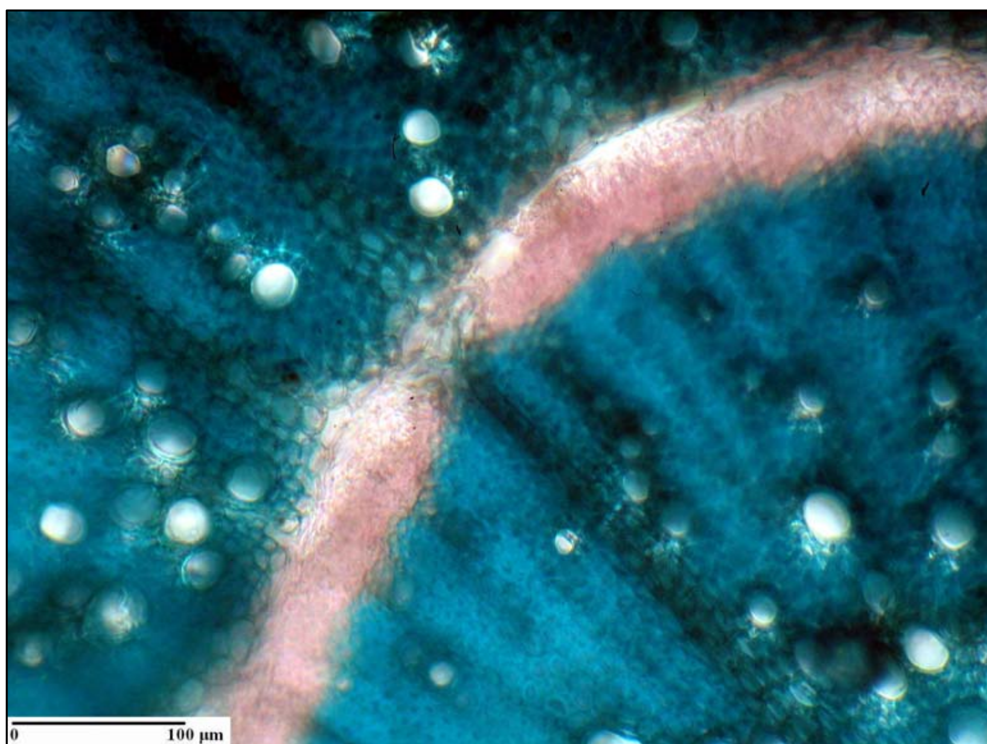


Fig. 260

Camphorosma annua. Secţiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 258, 259) şi treime superioară (Fig. 260).

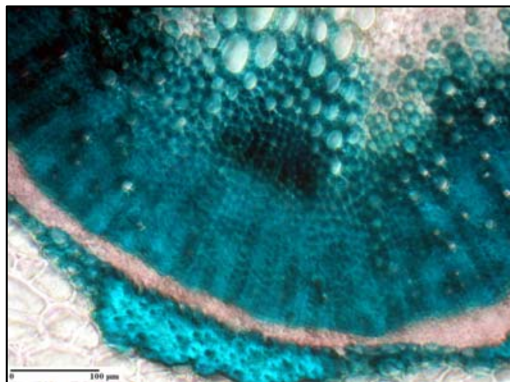


Fig. 261

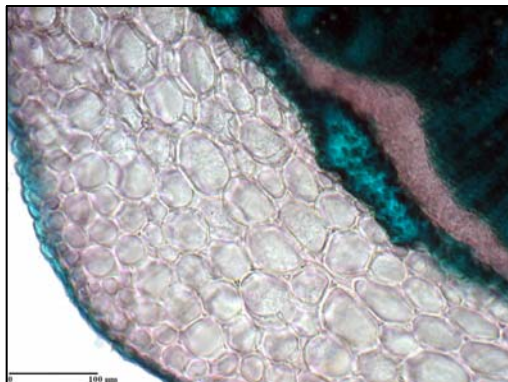


Fig. 262

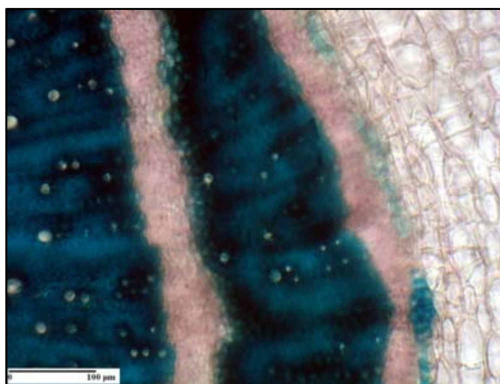


Fig. 263

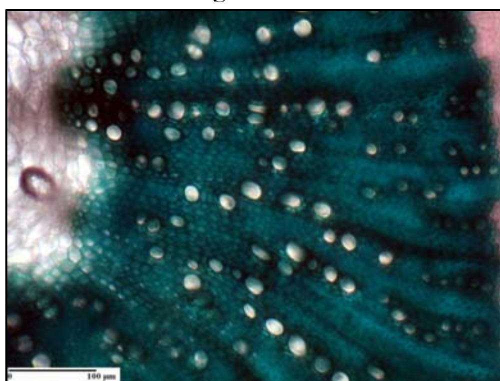
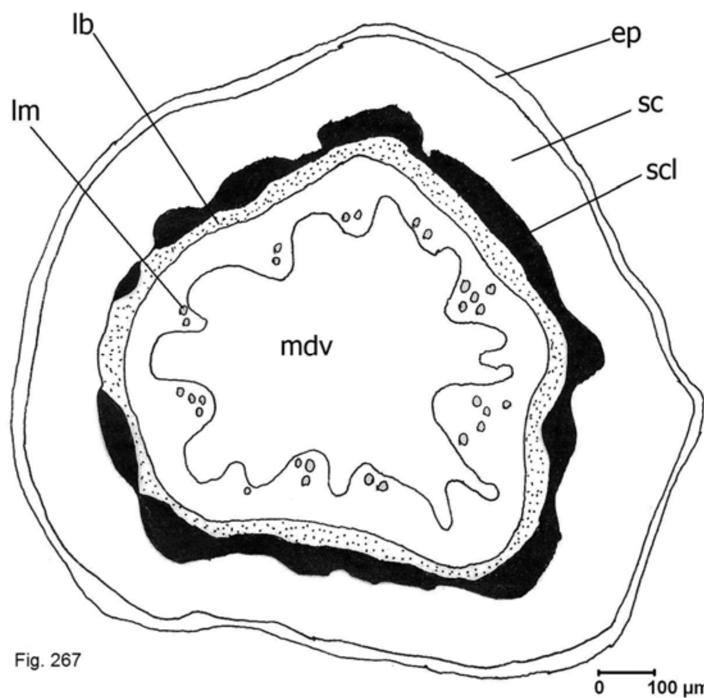
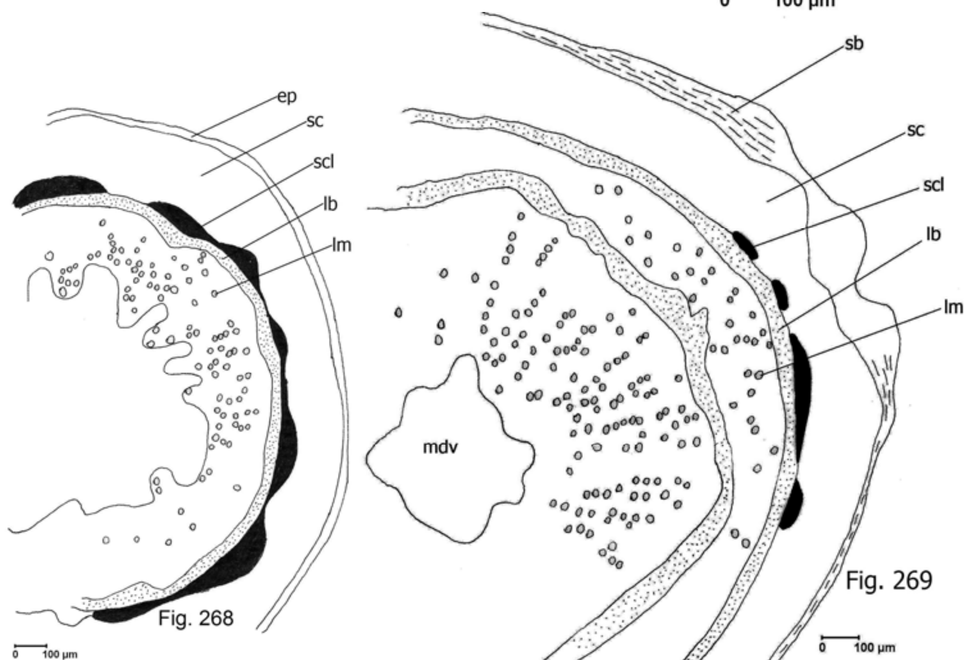


Fig. 264

Camphorosma annua. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 261), treime mijlocie (Fig. 262) şi treime inferioară (Fig. 263-264).





Camphorosma annua. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 267), mijlocie (Fig. 268) şi treime inferioară (Fig. 269): scheme.

Frunza (Fig. 270-272)

Epiderma văzută de față (Fig. 272) are celule de contur poligonal, cu pereții laterali drepți. Din loc în loc sunt prezente stomate de tipuri diferite: paracitic, tetracitic, anomocitic. Prin transparență se observă numeroşi ursini de oxalat de calciu. Pe alocuri este vizibilă baza unor peri tectori, având dimensiuni mult mai mari decât celulele înconjurătoare.

În secțiune transversală (Fig. 270, 271), conturul limbului este eliptic.

Epiderma are celulele mari, izodiametrice, cu peretele extern gros; cuticula este foarte subțire. Din loc în loc se observă stomate şi puțini peri tectori pluricelulari, asemănători cu cei de la *Bassia hirsuta.*

Sub epidermă se observă un strat de celule izodiametrice, mult mai mici decât cele epidermice, cu toți pereții subțiri, reprezentând o hipodermă parenchimatică (Fig. 270, 271).

Perpendicular pe această hipodermă se află un strat de celule palisadice relativ joase, bogate în cloroplaste (Fig. 271). La fața internă a stratului palisadic există un strat de celule izodiametrice, relativ mici, cu toți pereții moderat îngroşați, dar celulozici, reprezentând un veritabil țesut mecanic, întrerupt pe alocuri de nişte celule parenchimatice foarte mari.

Acest aranjament al țesuturilor foliare caracterizează tipul anatomic *kochioid*, aşa cum a fost descris şi pus în discuție de mai muți autori (Gamaley, 1985; Voznesenskaya, 1999; Jacobs, 2001; Grigore şi Toma, 2007b; Muhaidat et al., 2007; Pyankov et al., 1997;), deci este vorba de o specie C_4. ca şi *C. monspeliaca* (Frey şi Kürschner, 1983), sau *C. lessingii* (Pyankov et al., 2001).

În parenchimul fundamental cu celule foarte mari, având rol acvifer, se află un fascicul conducător median de tip colateral, cu un cordon de fibre sclerenchimatice la periferia liberului.

La fața internă a inelului mecanic şi în contact direct cu el sunt alte fascicule conducătoare, extrem de mici, reduse adesea la elemente liberiene; dacă ele au şi vase de lemn, acestea prezintă pereți celulozici.

Această specie este una mezofilă către xerofilă (Bucur şi colab., 1960), puternic heliofilă, puternic şi foarte puternic alcalinofilă, de la potrivit la foarte puternic euhalofilă. Se dezvoltă pe sărături de luncă şi de coastă, uscate în straturile superficiale tot timpul perioadei de vegetație.

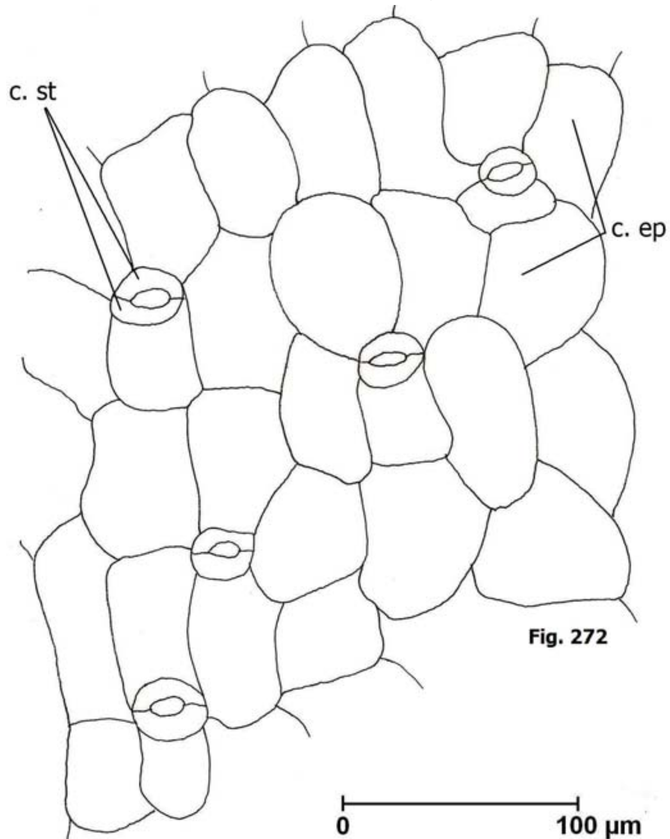
Şerbănescu (1965) aprecia că este vorba de o specie de sărături sodice, de cele mai multe ori foarte puternice. Uneori preferă soluri argiloase, compacte, alteori nisipoase, situație în care, în timpul verii devin foarte compacte, prin cimentarea sărurilor. Țesuturile acvifere foliare pot, în aceste circumstanțe ecologice, să explice adaptarea plantelor la condiții de uscăciune.



Fig. 270



Fig. 271



Camphorosma annua. Secțiuni transversale prin limbul foliar (Fig. 270-271) şi epiderma, văzută de față (Fig. 272).

Halimione verrucifera (M. Bieb.) Aellen

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 273, 274, 285)

Structura este tipic secundară şi terţiară.

Felogenul produce câteva straturi de suber (Fig. 274) cu celule mari, spre exterior, şi tot atâtea straturi de feloderm, colenchimatizat tangenţial, spre interior; datorită colenchimatizării, felodermul diferă astfel de parenchimul cortical primar.

Scoarţa primară este de tip meatic, multe celule conţinând ursini de oxalat de calciu.

Cilindrul central are structura caracteristică reprezentanţilor familiei *Chenopodiaceae*, structură rezultată în cea mai mare parte din activitatea cambiilor supranumerare.

Axul rădăcinii este ocupat de un masiv lemnos complet sclerificat şi lignificat, în care se observă 3 lame radiare de vase de lemn primar, dispuse pe un singur şir; după aceste lame de lemn primar se poate considera că stelul din structura primară este de tip triarh (Fig. 273).

Acest masiv lemnos central compact este înconjurat de 3 fascicule de liber, care alternează cu cele 3 lame radiare de xilem primar şi sunt separate de elemente de parenchim celulozic.

Urmează 2 inele sinuoase de lemn, rezultate în urma activităţii cambiilor supranumerare, separate de zone de liber, în totalitate celulozic, rezultate în urma activităţii aceloraşi ţesuturi cambiale.

Inelele de lemn sunt puternic sclerificate şi lignificate, în ele predominând libriformul, iar vasele având diametru diferit; mai adesea, aceste vase sunt grupate câteva la un loc şi în dreptul lor la periferie, se găsesc insule de liber; aceste insule (8-10) sunt separate de lame radiare formate din elemente sclerificate şi lignificate.

Cel de-al 2-lea inel (extern) de lemn este în curs de edificare încă, având puţine vase, iar la exteriorul lor cambiul a produs puţine elemente liberiene.

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 275, 276, 286)

Structura generală se menţine aceeaşi, cu deosebirea că s-a format şi cel de-al 2-lea inel discontinuu (de tip insular) de liber, înconjurat la exterior de lemnul celui de-al 3-lea inel.

Ca şi la nivelul precedent, partea din centru a stelului are un aspect uşor trilobat al lemnului suprapus celor 3 fascicule de liber (Fig. 275).

În plus, cantitatea de suber este mai mare (Fig. 276), ca şi frecvenţa celulelor oxalifere din scoarţa primară.

Rădăcină – treime superioară (Fig. 277, 278, 287)

Spre baza rădăcinii, pătura de suber este mult mai groasă (Fig. 277), felodermul este mai puternic colenchimatizat, cantitatea de celule oxalifere din parenchimul cortical primar este foarte mare, iar în cilindrul central se observă 4 inele de lemn şi tot atâtea inele de insule liberiene; ultimul liber format, cel mai extern, are puţine elemente produse de ultimul cambiu supranumerar. În inelele de lemn sunt puţine vase, predominând libriformul, extrem de puternic sclerificat şi lignificat (Fig. 278).

Tulpină – treime superioară (Fig. 279, 288)

Conturul secţiunii transversale este circular-costat, cu coaste proeminente (Fig. 279), ce separă valecule (şanţuri) largi şi puţin adânci.

Epiderma prezintă celule izodiametrice sau uşor alungite tangenţial, cu pereţii intern şi extern mai groşi decât ceilalţi; peretele extern este acoperit de o cuticulă groasă. Deasupra epidermei se află numeroase şi mari formaţiuni secretoare de săruri (peri veziculari – Fig. 279) (Baumesteir and Kloos, 1975), întâlniţi la mulţi alţi reprezentanţi ai familiei *Chenopodiaceae*, îndeosebi la specii ale genului *Atriplex*, cu rol evident în procesul de eliminare a sărurilor din corpul plantei. Abundenţa lor impresionantă la acest nivel al organului, comparativ cu celelalte niveluri, ar putea să fie corelată cu faptul că ţesuturile sunt mai tinere; se cunoaşte faptul că organele mai tinere sunt mai sensibile la acţiunea nocivă a sărurilor, ceea ce ar putea explica prezenţa unui mecanism mai eficient şi mai specializat în eliminarea sărurilor.

Scoarţa formează cordoane de colenchim angular în coaste (Fig. 279) şi este parenchimatic-asimilatoare, de tip meatic, în rest; celulele straturilor interne sunt mult mai mari, unele din ele conţinând ursini de oxalat de calciu (Fig. 279).

Cilindrul central cuprinde mai multe (8) fascicule conducătoare libero-lemnoase, de mărime diferită, cu cea mai mare parte a lemnului şi a liberului de origine primară: în vecinătatea liberului, vasele de lemn sunt separate de puţine elemente libriforme.

La periferia fasciculelor şi între ele se află un ţesut sclerenchimatic ce formează un inel gros (Fig. 279), cu celule având pereţii extrem de îngroşaţi şi intens lignificaţi; în felul acesta, liberul fasciculelor conducătoare ne apare sub formă de insule înconjurate complet de ţesut sclerificat şi lignificat.

La periferia inelului de sclerenchim se observă primul cambiu supranumerar (de origine periciclică), care a format pe alocuri câteva vase de lemn spre interior şi mai multe elemente de liber spre exterior; acesta din urmă, împreună cu cambiul realizează un inel aproape continuu.

Măduva este parenchimatic-celulozică, unele celule conținând ursini de oxalat de calciu.

Tulpină – treime mijlocie (Fig. 280-283, 289)

Conturul secțiunii transversale este aproape circular, coastele fiind mult atenuate şi cu cordoane de colenchim mai subțiri.

La suprafața epidermei sunt mai puține formațiuni secretoare de săruri.

Cilindrul central este mai gros decât la nivelul anterior analizat, cuprinzând un inel gros, puternic sclerificat şi lignificat de parenchim fundamental (Fig. 281 şi 282) şi o măduvă (Fig. 280) în care proemină puternic cele 8 fascicule conducătoare din structura primară.

Unele celule din zona centrală a măduvei au pereți lignificați şi valoare de hidrocite, fapt explicat şi prin caracterul xerofil al plantei, recoltată, chiar de pe o sărătură uscată.

În inelul sclerificat şi lignificat, din loc în loc se observă vase de lemn cu dispoziție neregulată, dar adesea formând şiruri radiare discontinue; fiecare din aceste şiruri are la periferie câte o insulă de țesut liberian.

Primul şir de vase lemnoase, împreună cu insula (calota) liberiană corespunzătoare, formează un inel gros de „fascicule" înfipte în masa fundamentală de libriform (Fig. 283).

Al doilea inel de fascicule este mult mai subțire, având şi el insulele (calotele) liberiene înconjurate de țesut sclerenchimatic intens lignificat.

Pe alocuri, la fața internă a scoarței primare se observă câteva celule de sclerenchim, adesea solitare, localizate la periferia ultimului inel (în formare) de cambiu supranumerar şi elemente liberiene formate târziu.

Tulpină – treime inferioară (Fig. 284, 290-292)

La acest nivel s-au format deja 2 zone relativ groase de suber (Fig. 284), separate de o zonă de parenchim cu două tipuri de celule:

– unele externe, înalte (2-3 straturi), de tip palisadic, imediat sub pătura periferică de suber;

– altele interne, izodiametrice sau alungite în direcții diferite, lăsând spații aerifere mai mari între ele, unele conținând ursini de oxalat de calciu (în imediata vecinătate a zonei interne de suber).

Parenchimul dintre cele 2 zone de suber şi, mai ales, pătura externă, cu celule palisadice, joacă rolul unui țesut acvifer.

Cât priveşte cilindrul central, acesta este mult mai gros decât la nivelurile anterior analizate, cuprinzând un număr de 4-5 inele de insule liberiene, celulozice, care corespund, de fapt, împreună cu lemnul de la fața internă, tot atâtor inele de fascicule conducătoare de tip colateral, înfipte în masa fundamentală de libriform, extrem de puternic sclerificat şi lignificat.

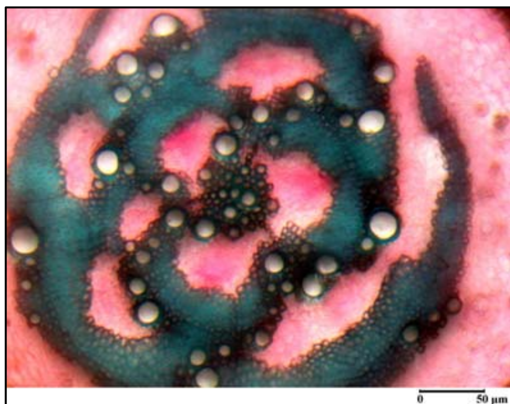


Fig. 273

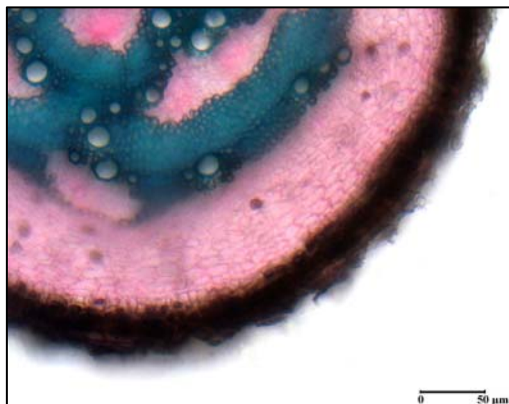


Fig. 274



Fig. 275



Fig. 276

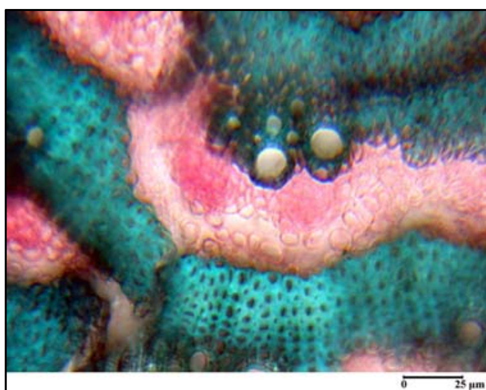


Fig. 277



Fig. 278

Halimione verrucifera. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 273-274), treime mijlocie (Fig. 275, 276) şi superioară (Fig. 277, 278).

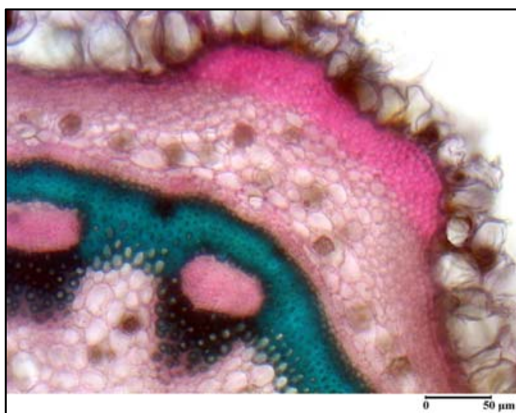


Fig. 279



Fig. 280

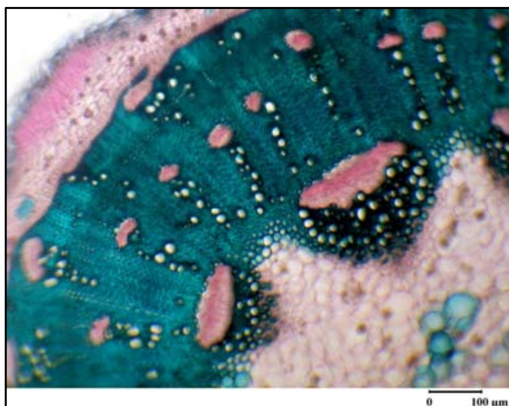


Fig. 281

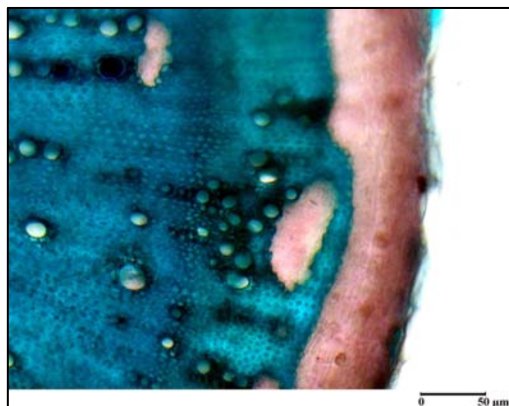


Fig. 282



Fig. 283

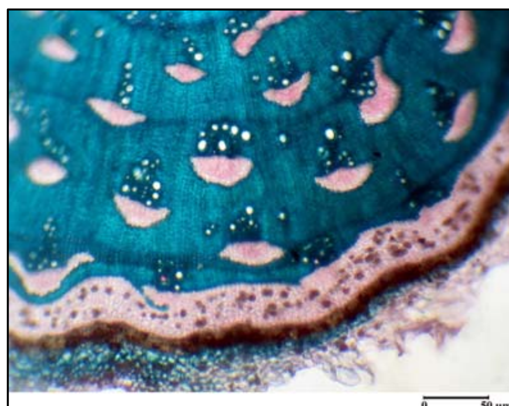
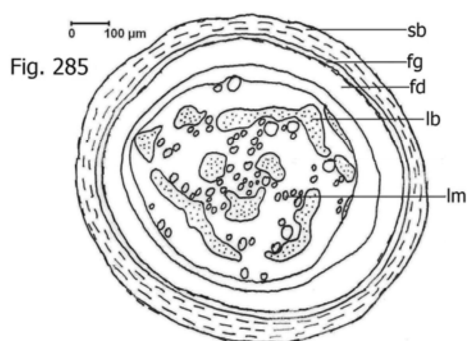
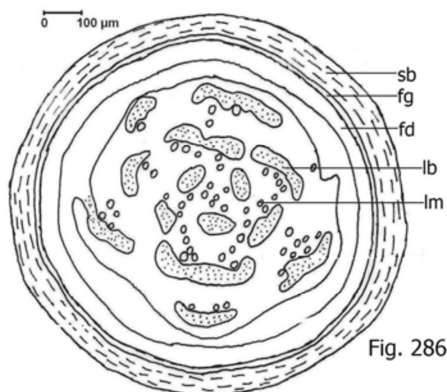
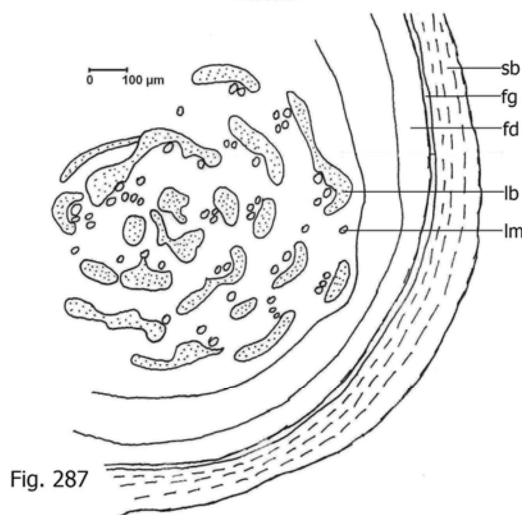


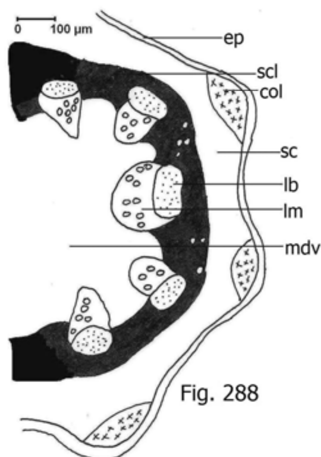
Fig. 284

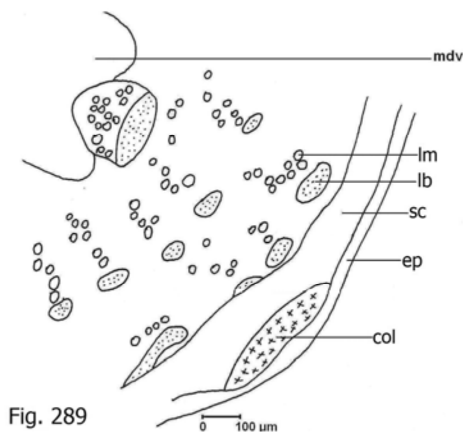
Halimione verrucifera. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 279), treime mijlocie (Fig. 280-283) şi treime inferioară (Fig. 284).



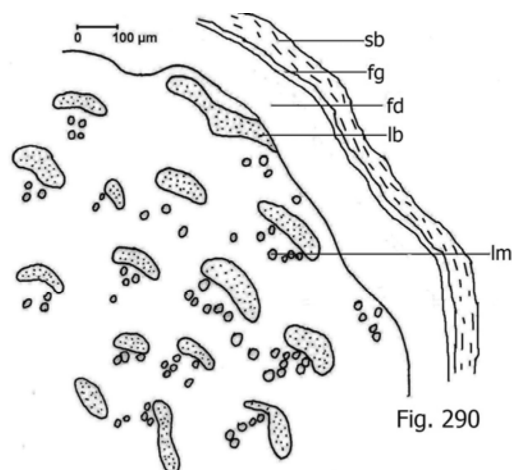


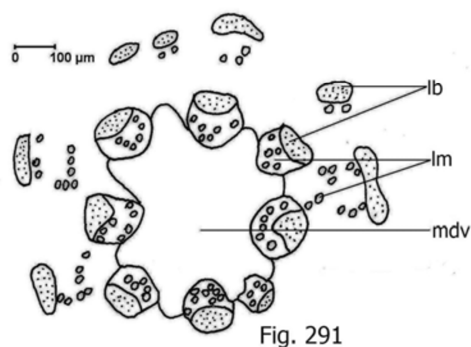


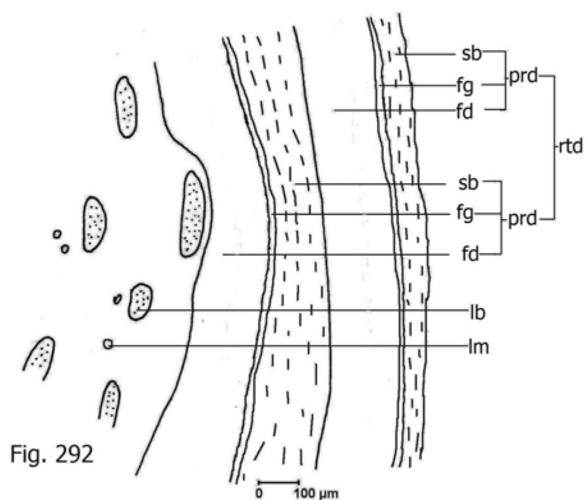




Halimione verrucifera. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 285), treime mijlocie (Fig. 286) şi treime superioară (Fig. 287); secțiuni transversalăe prin tulpină, treime superioară (Fig. 288) şi treime mijlocie (Fig. 289): scheme.







Halimione verrucifera. Secțiuni transversale prin tulpină, treime inferioară (Fig. 290-292) (scheme).

Frunza (Fig. 293-304)

Pețiolul (Fig. 293, 294, 299, 300)

Conturul secțiunii transversale este semieliptic, modificat de 2 creste latero-adaxiale, care delimitează un şanț larg şi relativ adânc (Fig. 299).

Epiderma prezintă celule uşor alungite tangențial, cu pereții intern şi extern groşi, cel din urmă fiind acoperit de o cuticulă subțire.

Deasupra epidermei se află numeroase formațiuni secretoare de săruri, cu rol evident în procesul de eliminare a excesului de săruri din corpul plantei (Baumeister, Kloos, 1974) (Fig. 300).

Sub epidermă, la fața abaxială şi la cea adaxială, dar şi în coastele latero-adaxiale se găseşte câte un cordon gros de colenchim angular (Fig. 293); în rest, între aceste cordoane de colenchim se află parenchim asimilator relativ compact, multe celule fiind uşor alungite perpendicular pe epidermă, reprezentând chiar un țesut asimilator de tip palisadic.

În parenchimul fundamental intern, cu celule foarte mari (unele conținând ursini de oxalat de calciu), se află 3-4 fascicule conducătoare dispuse pe un arc, la care se adaugă 2 fascicule mai mici în cele 2 coaste latero-adaxiale.

Toate fasciculele sunt de tip colateral şi au structură primară, prezentând la periferia liberului câte un cordon de elemente colenchimatizate (Fig. 294).

Limbul (Fig. 295-298, 301-304)

Epiderma văzută de față este formată din celule de contur poligonal, cu pereții laterali drepți (Fig. 295 şi 301). Din loc în loc se observă stomate, iar prin transparență, ursini de oxalat de calciu.

Stomatele sunt prezente în ambele epiderme, deci limbul este amfistomatic.

În **secțiune transversală, treimea superioară** (Fig. 296), se observă că nervurile proemină puțin la fața inferioară a limbului, iar nervura mediană are un cordon hipodermic de țesut colenchimatic. Deasupra epidermei au fost evidențiate formațiuni secretoare de săruri (denumite „bladders” de către Baumeister şi Kloos, 1974; Fahn, 1988; Freitas şi Breckle, 1993a; 1993b; Lüttge, 1971; Toderich et al, 2002; Waisel, 1974). Fasciculele conducătoare sunt de tip colateral, cu structură primară şi prezintă la periferia liberului câte un cordon gros de elemente colenchimatizate.

Mezofilul este relativ compact, celulele straturilor hipodermice (uneori şi următoarele) fiind de tip palisadic, dar relativ joase; la mijloc se află

celule mari de țesut lacunos, unele conținând ursini de oxalat de calciu (Fig. 296). După conformația mezofilului, limbul are o structură bifacială ecvifacială (izofacială).

În **treimea mijlocie** (Fig. 297-303), nervura mediană proemină la ambele fețe ale limbului şi sub ambele epiderme prezintă țesut colenchimatic (Fig. 297, 303). Ca şi la nivelul precedent, semnalăm prezența structurilor cu rol în eliminarea sărurilor.

Structura mezofilului se menține aceeaşi, cu țesut palisadic bistratificat (dar cu celule joase) sub ambele epiderme.

În **treimea inferioară** (Fig. 298, 302, 304) limbul este mai gros şi cu nervura mediană puternic proeminentă la ambele lui fețe. Perii secretori de săruri au o răspândire relativ dezordonată (Fig. 298 şi 304).

Nervura mediană cuprinde 4 fascicule conducătoare de tip colateral, toate cu colenchim la periferia liberului (Fig. 302).

Facem câteva precizări suplimentare referitoare la aceşti peri secretori: ei sunt numiți şi peri veziculari, glande in sens larg, „hidatode epidermice” sau „hidatode active” de către Haberlandt (1914); sau, mai scurt, „bladders”, un termen mai greu traductibil în română, sensul cel mai apropiat de realitate fiind cel de „veziculă”, care ar putea însă părea cam vag şi imprecis. De fapt, această „ veziculă” reprezintă partea superioară a părului, cea care este mai vizibilă şi care acumulează efectiv sărurile. Ea este în legătură directă cu cea de-a doua celulă a părului, „pedicelul” (sau „piciorul” părului) („stalk cell”),care o uneşte de celulele mezofilului.

Cert este că la nivelul „veziculei” concentrația sărurilor este mai ridicată comparativ cu cea de la nivelul celulelor din mezofil (Baumeister şi Kloos, 1974; Mozafar şi Goodin, 1970, care se referă la *Atriplex halimus* L.; Waisel, 1972 în legătură cu specii ale genului *Atriplex*; Albert, 1975). După acumularea acestor săruri în partea superioară a părului, prin ruperea veziculei sărurile sunt depozitate pe suprafața frunzei şi ulterior sunt îndepărtate.

Anatomia foliară a acestei specii nu prezintă trăsături particulare, de tipul *Kranz anatomy,* aşa că această specie este una de tip C_3, ca şi *H. portulacoides* (Frey şi Kürschner, 1983).

Perii veziculari sunt asemănători ca structură cu cei pe care i-am evidențiat şi analizat noi la *Atriplex tatarica.*

Halimione verrucifera este o specie de sărături puternice, uscate, fiind mezofilă către xerofilă, heliofilă, foarte puternic alcalinofilă strictă, de la puternic la foarte puternic euhalofilă (Bucur şi colab, 1960).

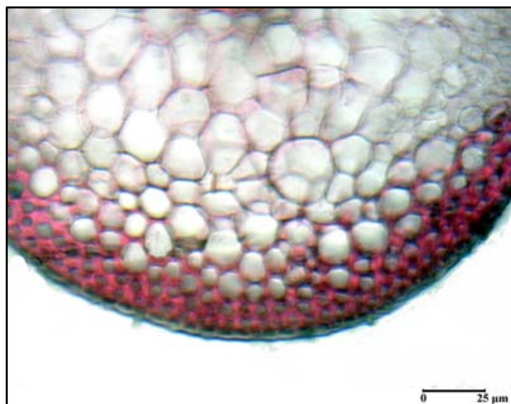


Fig. 293



Fig. 294

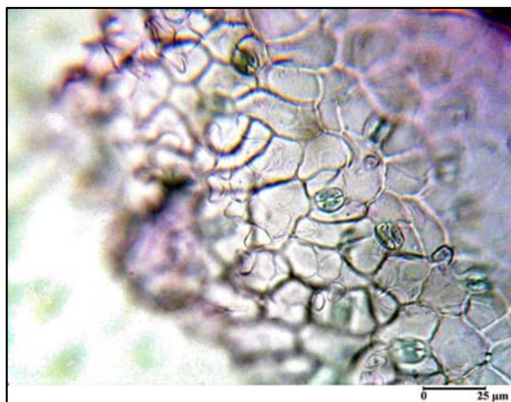


Fig. 295

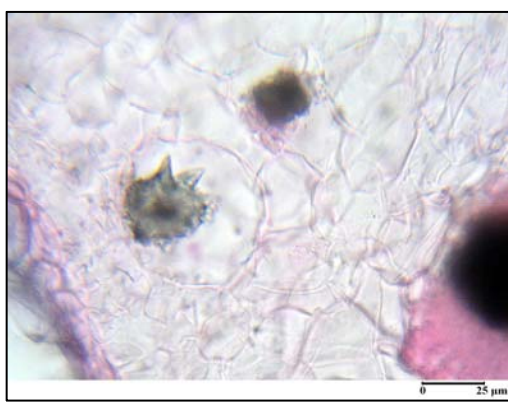


Fig. 296



Fig. 297

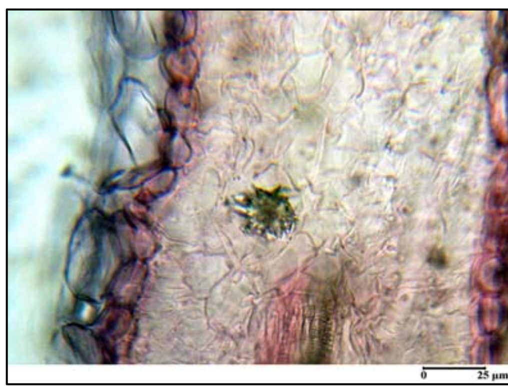
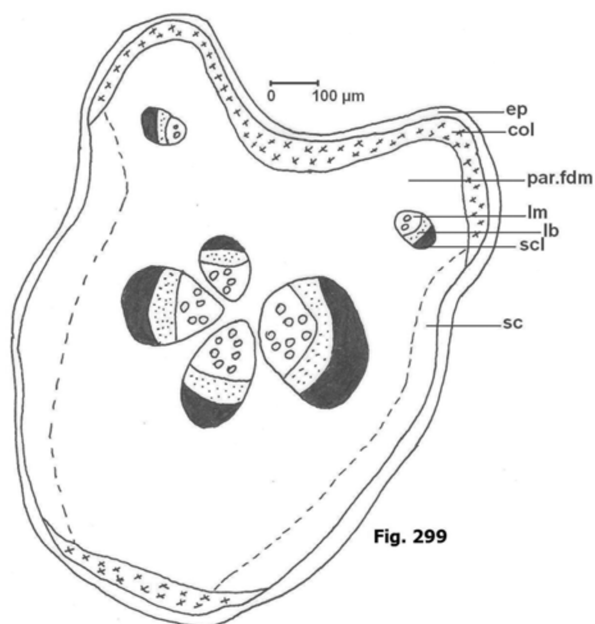
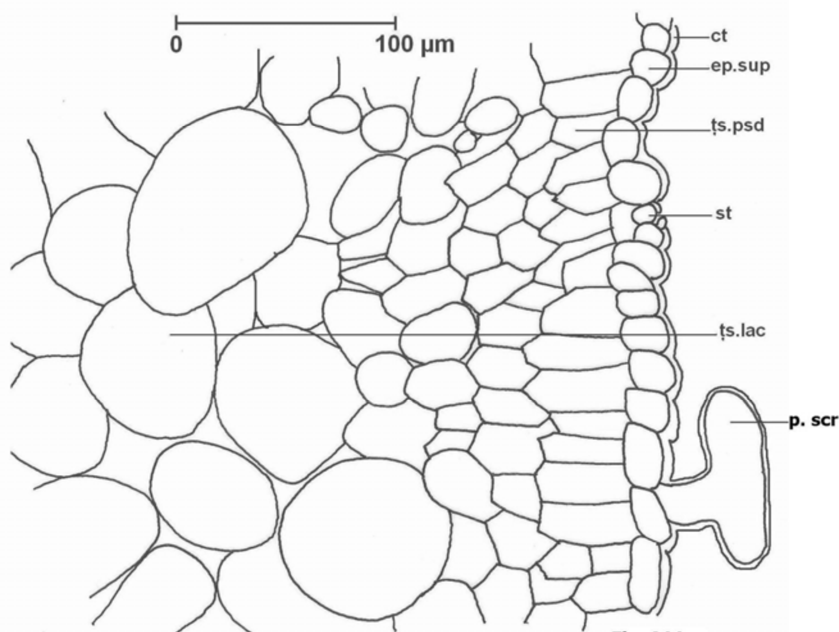


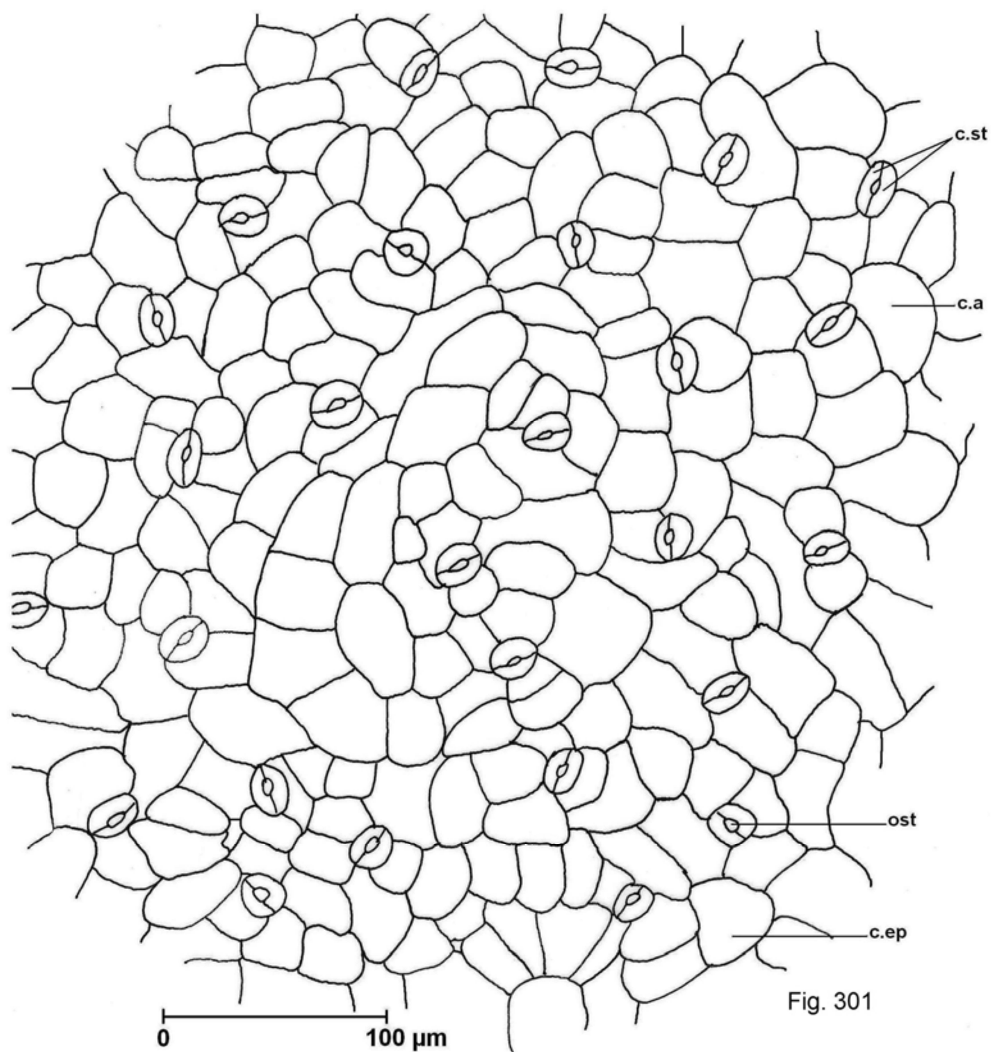
Fig. 298

Halimione verrucifera Secțiuni transversale prin pețiol (Fig. 293-294); epiderma superioară, văzută de față (Fig. 295) şi secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 296), mijlocie (Fig. 297) şi treime inferioară (Fig. 298).

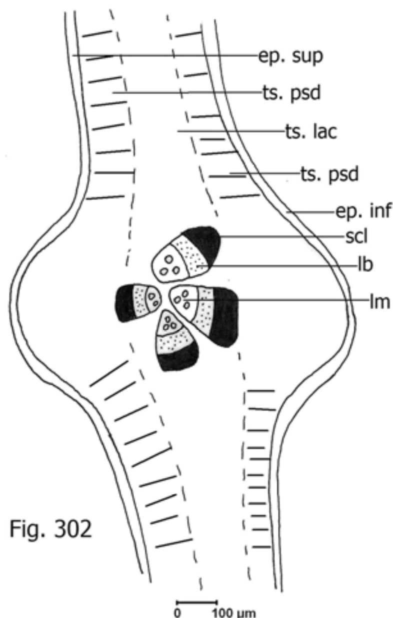


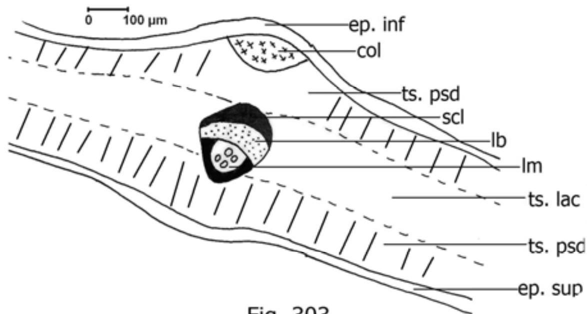


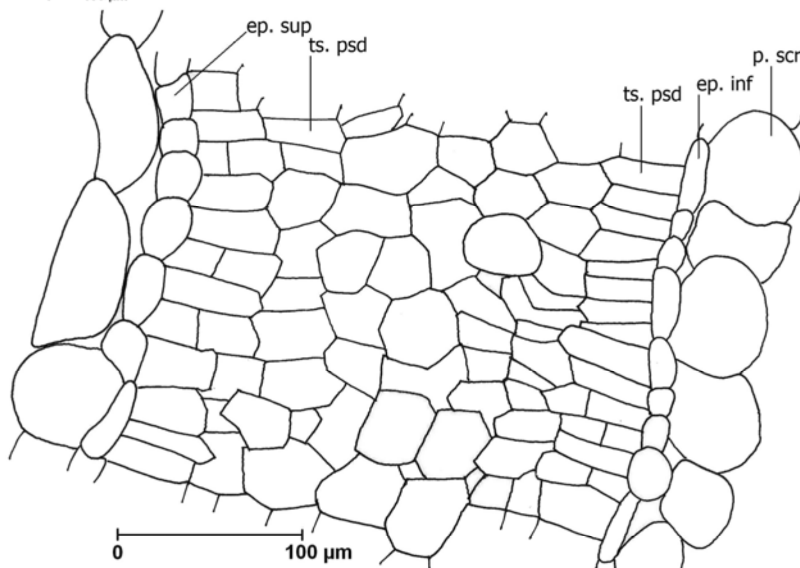
Halimione verrucifera. Secțiuni transversale prin pețiol (Fig. 299 – schemă şi Fig. 300 – detaliu).



Halimione verrucifera. Epiderma superioară, văzută de față (Fig. 301).







Halimione verrucifera. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime inferioară (Fig. 302, 304) şi treime mijlocie (Fig. 303). Fig. 302-303: scheme; Fig. 304: detaliu

Petrosimonia oppositifolia (Pall.) Litv.

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 305, 317)

La acest nivel structura secundară este completată de cea rezultată în urma activității cambiilor supranumerare (de regulă două), țesuturile conducătoare formând inele incomplete sau arcuri de floem şi de xilem.

În poziție centrală se observă lemnul secundar compact, având de o parte şi de alta două insule de floem secundar (Fig. 305). În jurul acestei structuri secundare normale se află zone de xilem cu vase dispuse neregulat, separate de mult libriform puternic sclerificat şi intens lignificat; la fața externă a fiecărei zone de xilem se află floemul terțiar, cu tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim, unele dintre acestea din urmă conținând ursini de oxalat de calciu.

La periferia rădăcinii se află 2-3 straturi de suber netipic (celulele nu au o dispoziție strict radiară), aflat în curs de exfoliere parțială.

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 306, 318)

La acest nivel rădăcina este mai groasă, structura generală păstrându-se aceeaşi, dar există mai multe (3-4) zone concentrice de xilem şi de floem (Fig. 306); acesta din urmă este mai subțire şi adesea discontinuu formând arcuri larg deschise sau insule.

Suberul este mai gros, dar tot netipic, pe alocuri parțial exfoliat.

Tulpină – treime superioară (Fig. 307-310, 319, 320)

La acest nivel structura este tipic primară.

Epierma prezintă celule izodiametrice şi izomorfe, cu peretele extern acoperit de o cuticulă groasă.

Scoarța este groasă şi chiar colenchimatizată în poziție hipodermică (Fig. 307). În rest este formată din celule foarte mari, cu meaturi între ele, constituind un veritabil țesut acvifer (Fig. 308-309). Pe alocuri, în poziție hipodermică lipseşte colenchimul, locul lui fiind luat de celule alungite perpendicular pe epidermă, amintind de țesutul palisadic al frunzei; la fața internă a acestui țesut palisadic se află o bandă de celule clorofiliene rotunjite, mult mai mici decât celelalte celule ale parenchimului cortical (Fig. 308-309).

Cilindrul central cuprinde câteva (5) fascicule libero-lemnoase, separate de raze medulare largi, parenchimatic-celulozice. Lemnul are vasele dispuse în şiruri radiare (Fig. 310) separate de parenchim celulozic, iar liberul cuprinde tuburi ciuruite şi celule anexe. Prin forma şi mărimea

celulelor, zonele de liber diferă puțin de razele medulare, astfel încât împreună formează un inel aproape continuu.

La fața externă a fasciculelor libero-lemnoase s-a edificat deja o zonă groasă de cambiu supranumerar, care a produs câteva vase la fața internă, separate de celule de parenchim celulozic, şi mai multe grupe de elemente liberiene spre exterior. Întreg cilindrul central este înconjurat de 1-2 straturi de elemente moderat colenchimatizate.

Tulpină – treime mijlocie (Fig. 311-313, 321)

La acest nivel conturul secțiunii transversale este neregulat-circular, cu coaste atenuate.

Epiderma are celulele cu toți pereții îngroşați, cel extern fiind acoperit de o cuticulă groasă.

Parenchimul cortical intern nu are elemente colenchimatizate. Multe celule din scoarță sunt puternic aplatizate, aşa încât lumenul abia mai este vizibil (Fig. 312).

Măduva este groasă, unele celule fiind oxalifere.

Structura primară a stelului evidențiază vase de xilem dispuse în şiruri radiare, separate de celule de parenchim celulozic (Fig. 313). Țesutul liberian primar este înfipt în masa fundamentală de țesut lignificat.

Din activitatea unui cambiu supranumerar a rezultat un inel relativ gros de xilem spre interior şi un inel mai subțire de floem spre exterior. În grosimea inelului de xilem se observă puține vase, dispersate neregulat, între ele predominând libriformul, puternic sclerificat şi intens lignificat (Fig. 311).

Tulpină – treime inferioară (Fig. 314- 316, 322)

Epiderma prezintă celule alungite tangențial, cu peretele extern acoperit de o cuticulă relativ groasă.

Scoarța este subțire, de tip colenchimatic în poziție hipodermică, cu celule vizibil alungite tangențial şi aplatizate radiar (Fig. 316).

Cilindrul central este foarte gros şi aproape în totalitate lignificat, exceptând insulele de floem, cu elemente având pereții celulozici.

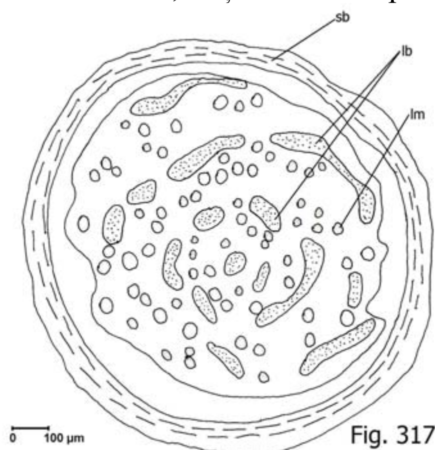
Centrul organului este ocupat de o măduvă parenchimatic-celulozică, cu unele celule în curs de dezorganizare, rezultînd câteva cavități aerifere de mărime diferită şi de contur neregulat (Fig. 315).

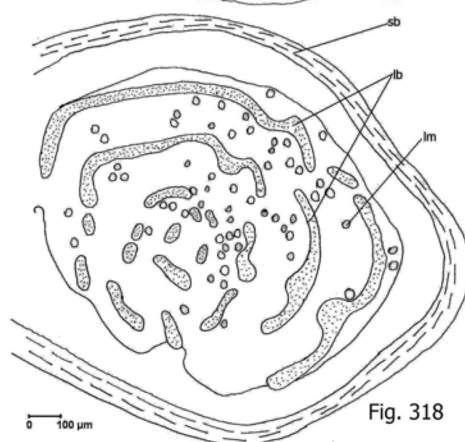
În zona perimedulară sunt înfipte mai multe (10) fascicule conducătoare cu structură primară, vasele de lemn formează şiruri radiare separate de parenchim celuluozic, iar liberul este înconjurat de elemente cu pereții lignificați, aparținând lemnului şi țesuturilor adiacente. Doar unele fascicule au şi un început de structură secundară la nivelul xilemului, unde se observă fibre libriforme cu pereții îngroşați şi lignificați.

Între aceste fascicule, de tip colateral, şi inelul de floem se află un inel gros de xilem secundar compact, în care vasele sunt dispersate neregulat, între ele predominând libriformul, puternic sclerificat şi intens lignificat (Fig. 314). În grosimea inelului de xilem terțiar sunt prezente numeroase insule de floem, fără o dispoziție strict circulară; totuşi, se pot aproxima un număr de trei zone concentrice de insule liberiene, ceea ce dovedeşte că au funcționat trei cambii supranumerare.

Ultimul cambiu supranumerar a produs un inel extern de elemente parenchimatic-celulozice, unele cu valoare de vase liberiene, iar la fața internă, vase de lemn în curs de edificare, cu pereții nelignificați, separate de celule de parenchim celulozic.

Chiar la baza tulpinii, structura este asemănătoare, dar insulele de floem sunt mai mici şi dispersate mai neregulat, libriformul este mai puternic sclerificat, cuticula este mai groasă, scoarța este mai puternic colenchimatizată, iar din loc în loc se observă lenticele, cu țesutul de umplutură vizibil suberificat.





Petrosimonia oppositifolia. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 317) şi treime mijlocie (Fig. 318): scheme.


Fig. 305

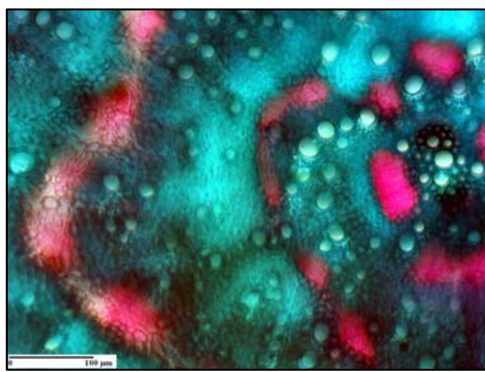
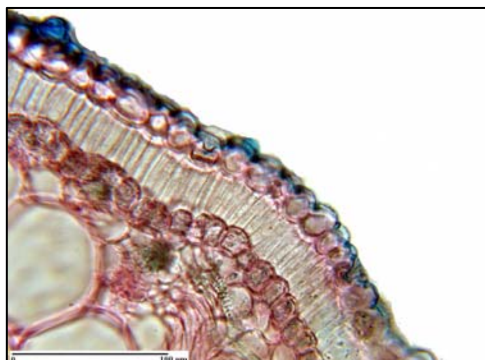

Fig. 306


Fig. 307


Fig. 308

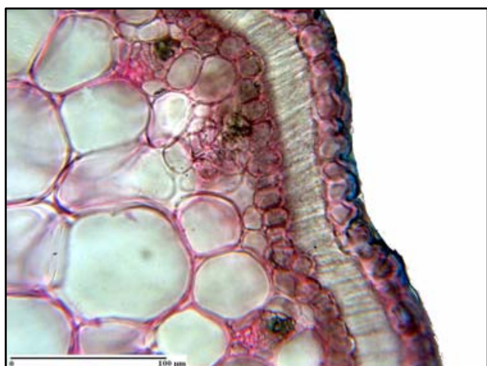
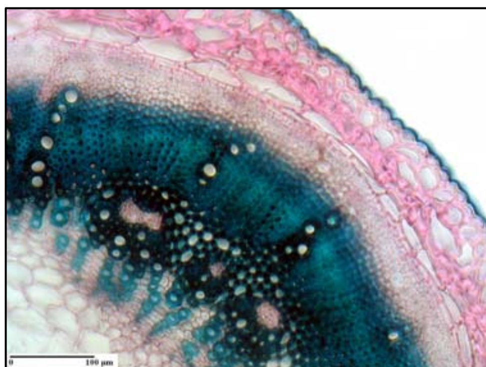

Fig. 309


Fig. 310

Petrosimonia oppositifolia. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 305) şi treime mijlocie (Fig. 306) şi secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 307-310).


Fig. 311

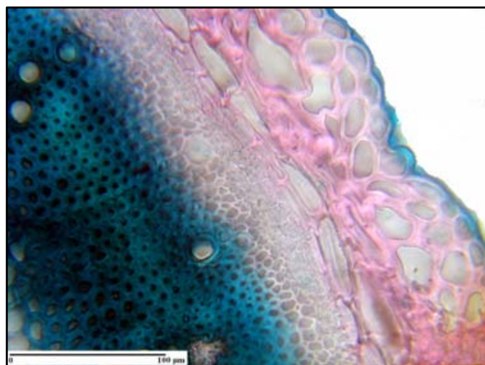
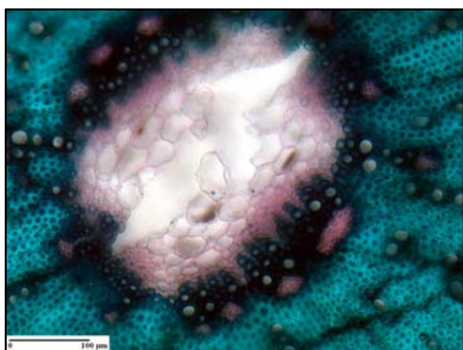
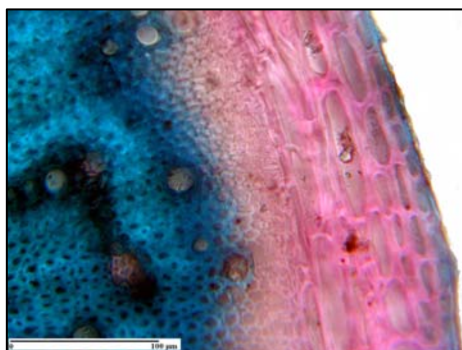

Fig. 312

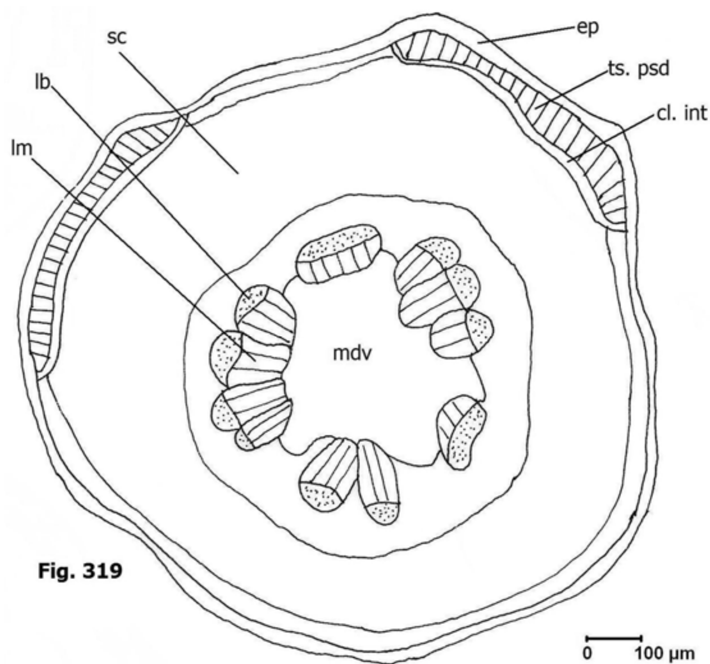

Fig. 313

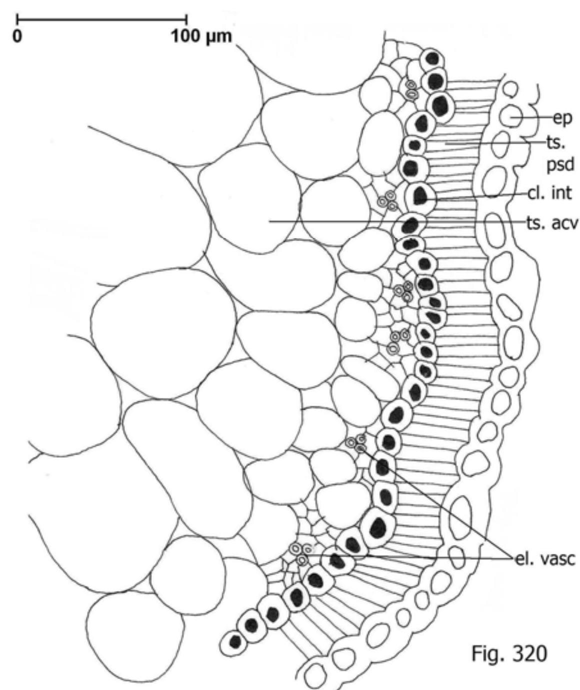

Fig. 314


Fig. 315

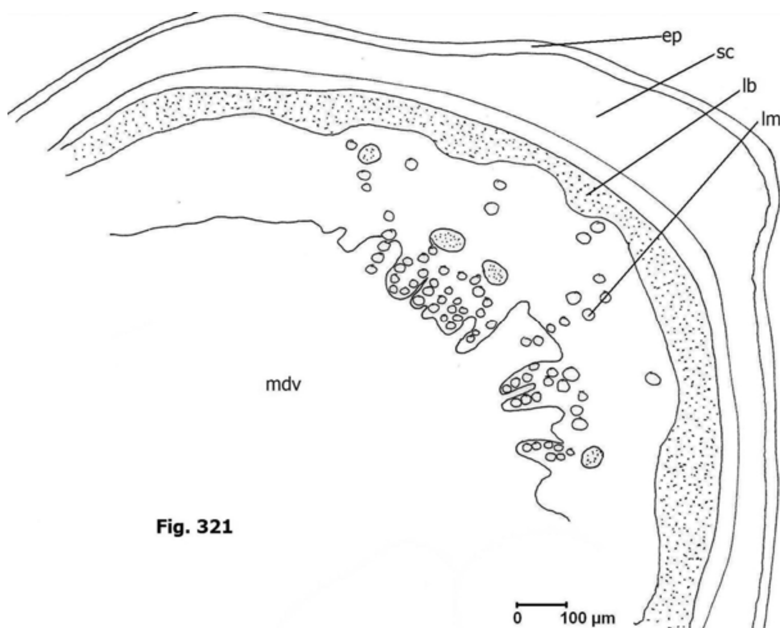

Fig. 316

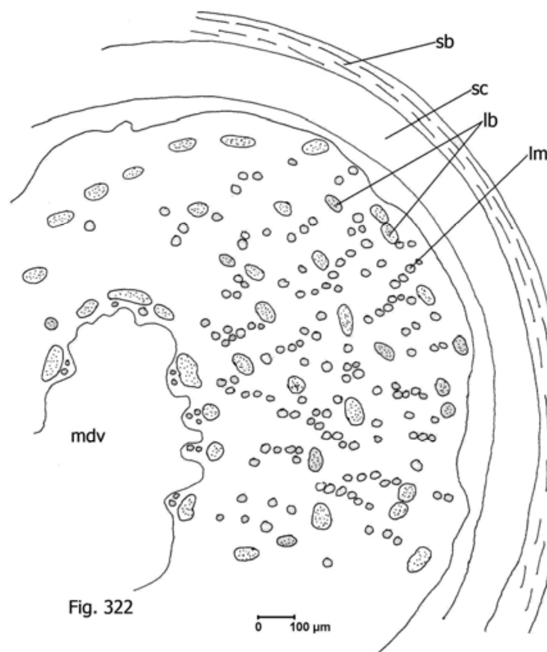
Petrosimonia oppositifolia. Secțiuni transversale prin tulpină, treime mijlocie (Fig. 311-313) şi treime inferioară (Fig. 314-316).





Petrosimonia oppositifolia. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 319-320) (scheme).





Petrosimonia oppositifolia. Secțiuni transversale prin tulpină, treime mijlocie (Fig. 321) şi treime inferioară (Fig. 322): scheme.

Frunza (Fig. 323-326)

În secțiune transversală prin limb, conturul limbului este semicircular, cu fața adaxială plană.

Epiderma prezintă celule izodiametrice, izomorfe, cu peretele extern acoperit de o cuticulă subțire.

Sub ambele epiderme, exceptând zonele marginale (latero-adaxiale), se află țesut asimilator de tip palisadic, unistratificat, cu celule foarte joase; la fața internă a țesutului palisadic se află un strat de celule asimilatoare izodiametrice, aparținând țesutului lacunos (Fig. 323, 326).

Masa fundamentală a limbului foliar este reprezentată de un parenchim acvifer format din celule foarte mari, cu pereții relativ subțiri şi cu meaturi între ele. În acest parenchim fundamental acvifer se află 3 fascicule conducătoare libero-lemnoase, de tip colateral, cu structură primară, cel median având dimensiuni mai mari (Fig. 324).

În afară de aceste fascicule centrale, imediat sub clorenchimul intern se află mai multe (aproximativ 25) fascicule conducătoare extrem de mici, cu puține vase de lemn, în contact direct cu cel asimilator. Local, la fața abaxială clorenchimul lipseşte (Fig. 325), parenchimul acvifer aflându-se în contact cu epiderma, ca şi la marginile limbului.

La *Petrosimonia oppositifolia* şi *P. triandra* (specie pe care o vom pune în discuție în rândurile următoare), am evidențiat tipul anatomic *kochioid*, ce caracterizează plantele de tip C_4. Secțiunile transversale trebuie analizate cu multă atenție, deoarece continuitatea/discontinuitatea clorenchimului intern sunt factori de „diagnostic” cert. Acest tip este foarte asemănător cu cel *salsoloid*, singura diferență fiind faptul că, în acest caz, straturile concentrice sunt continuue (Gamaley, 1985; Voznesenskaya, 1999; Jacobs, 2001; Muhaidat et al., 2007; Pyankov et al., 1997; Pyankov et al., 2001), ca şi specia *P. brachiata*, investigată de Frey şi Kürschner (1983).



Fig. 323



Fig. 324

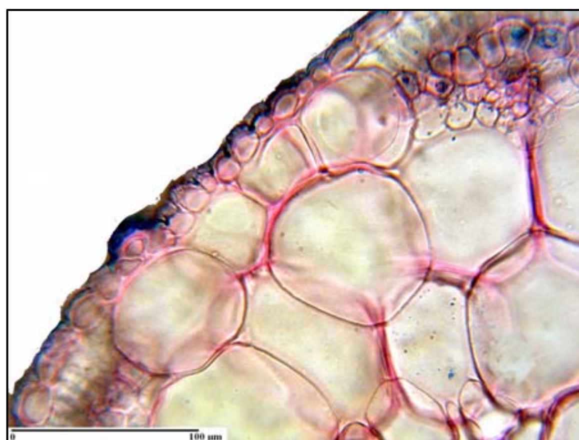


Fig. 325



Fig. 326

Petrosimonia oppositifolia. Secțiuni transversale prin limbul foliar (Fig. 323-326).

Petrosimonia triandra (Pall.) Simonk.

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 327, 334)

La acest nivel structura este tipică pentru cele mai multe specii din familia *Chenopodiaceae,* având în vedere fenomenul de policambie şi ţesuturile rezultate din activitatea cambiilor supranumerare.

În partea centrală a rădăcinii (Fig. 327) se distinge încă structura primară, de tip diarh, după care urmează o structură relativ omogenă, reprezentată prin mai multe zone concentrice de fascicule libero-lemnoase, între care se află raze sclerificate şi lignificate.

Vasele lemnoase din structura primară au diametrul mic, iar pereţii sunt intens lignificaţi; vasele din fasciculele rezultate în urma activităţii cambiilor supranumerare succesive au diametrul mult mai mare şi peretele foarte gros, dar foarte slab lignificat, fiind dispersate neregulat şi cu mult libriform între ele.

Liberul fasciculelor conducătoare formează benzi tangenţiale subţiri, întrerupte din loc în loc de şiruri înguste de celule mecanice cu pereţii puternic îngroşaţi şi moderat lignificaţi, ca şi cei ai libriformului din structura lemnului.

La nivelul secţionat se observă aproximativ 4 inele (cercuri) concentrice de ţesuturi conducătoare, rezultate din activitatea unui număr de 4 cambii supranumerare.

La periferia rădăcinii, ţesuturile corticale primare s-au exfoliat, pe alocuri observându-se doar resturi din ţesutul suberos netipic, rezultat din activitatea felogenului.

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 333)

În structura generală se disting 6-7 inele concentrice de ţesuturi conducătoare, rezultate din activitatea tot atâtor zone cambiale supranumerare. Se observă o mare cantitate de libriform, un număr mai mic de vase lemnoase dispersate neregulat şi numeroase benzi tangenţiale subţiri de ţesut liberian, care marchează locul şi numărul fasciculelor conducătoare ce au luat naştere din activitatea cambiilor supranumerare.

Toate elementele mecanice de sclerenchim (libriform) au peretele extrem de gros şi în cea mai mare parte intens lignificat.

Tulpină – treime superioară (Fig. 328-330, 335)

Epiderma prezintă celule mici, cu toţi pereţii îngroşaţi, cel extern fiind acoperit de o cuticulă relativ subţire (Fig. 329). Din loc în loc se află peri protectori.

Scoarţa este relativ subţire, cu un strat hipodermic moderat colenchimatizat şi alte 3-4 straturi de celule mai mari, cu meaturi vizibile între ele

(Fig. 330), stratul cel mai intern reprezentând un endodermoid amilifer, format din celule mai mici, alungite tangențial.

Cilindrul central cuprinde câteva (5-7) fascicule conducătoare libero-lemnoase, de mărime diferită, separate de raze medulare parenchimatic-celulozice (Fig. 328).

Toate fasciculele conducătoare prezintă liber format din tuburi ciuruite şi celule anexe şi lemn format din şiruri radiare de vase, separate de celule de parenchim celulozic; aşadar, structura este tipic primară.

La periferia fasciculelor conducătoare şi-a făcut apariția deja primul cambiu supranumerar, de origine periciclică, care începe să funcționeze bifacial, dând pe alocuri lemn spre interior şi liber spre exterior; procesul de traheogeneză este încă în derulare, unele vase de lemn având pereții foarte subțiri, celulozici.

De subliniat este faptul că acest prim cambiu supranumerar formează un inel continuu, pluristratificat, care va produce fascicule libero-lemnoase, iar pe alocuri, raze medulare.

Măduva este relativ subțire, parenchimatic-celulozică, de tip meatic, formată din celule mari şi cu pereți foarte subțiri în comparație cu cele ale parenchimului cortical (Fig. 328).

Tulpină – treime mijlocie (Fig. 331, 336)

La acest nivel celulele epidermice au cuticula mai groasă.

Scoarța este mai subțire, cu multe celule aplatizate radiar şi cu pereții foarte groşi, endodermoidul având celulele extrem de mult alungite tangențial şi cu pereții relativ subțiri.

Cilindrul central este foarte gros, în el distingându-se:

– structura primară, în poziție perimedulară, cu lemn având şiruri de vase separate de celule de parenchim celulozic (Fig. 331);

– structura secundară, reprezentată de lemn cu puține vase şi mult libriform, iar din loc în loc, insule de liber;

– structura terțiară, rezultată din activitatea cambiului supranumerar, caracterizată printr-o cantitate foarte mare de libriform, puternic sclerificat, dar puțin lignificat, în care sunt dispersate neregulat vase lemnoase; la periferia acestui inel gros de xilem terțiar se observă un inel subțire de elemente liberiene.

Tulpină – treime inferioară (Fig. 332, 337)

Structura se menține aceeaşi, cu deosebirea că cilindrul central este mult mai gros, cuprinzând o cantitate mare de libriform, relativ puține vase de lemn, dispersate neregulat sau formând şiruri radiare discontinue, şi puține insule foarte mici de țesut liberian (Fig. 332).

În măduvă se observă celule cu ursini de oxalat de calciu.

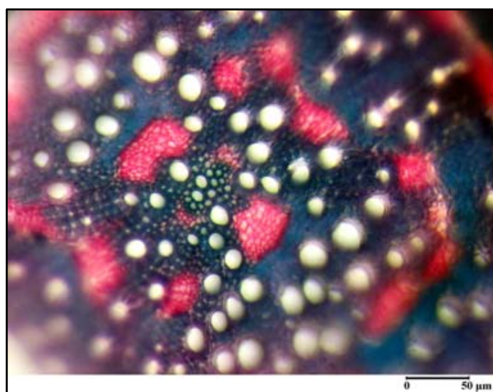


Fig. 327

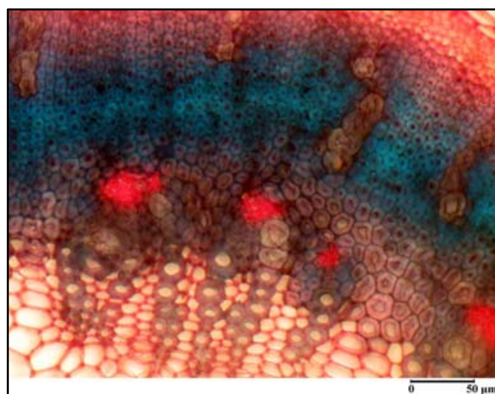


Fig. 328

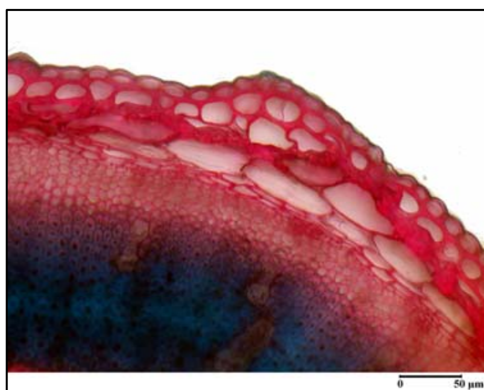


Fig. 329

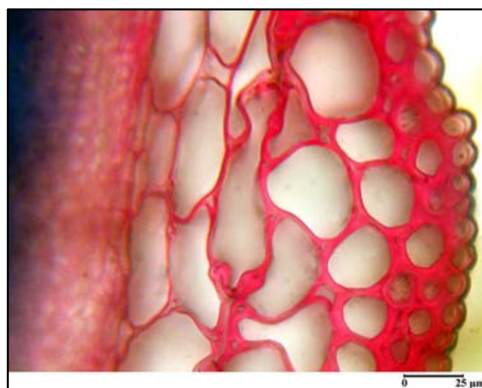


Fig. 330

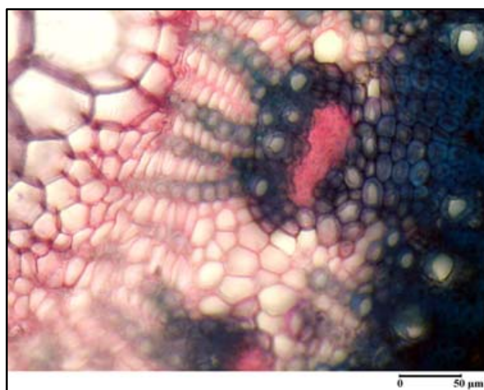


Fig. 331

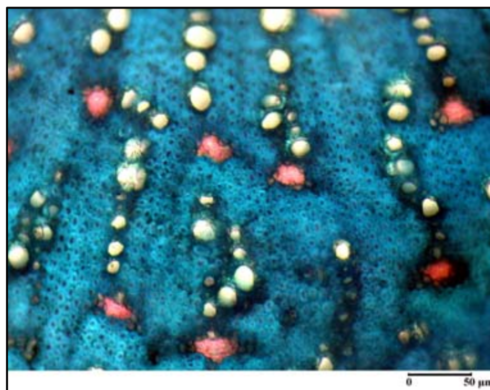
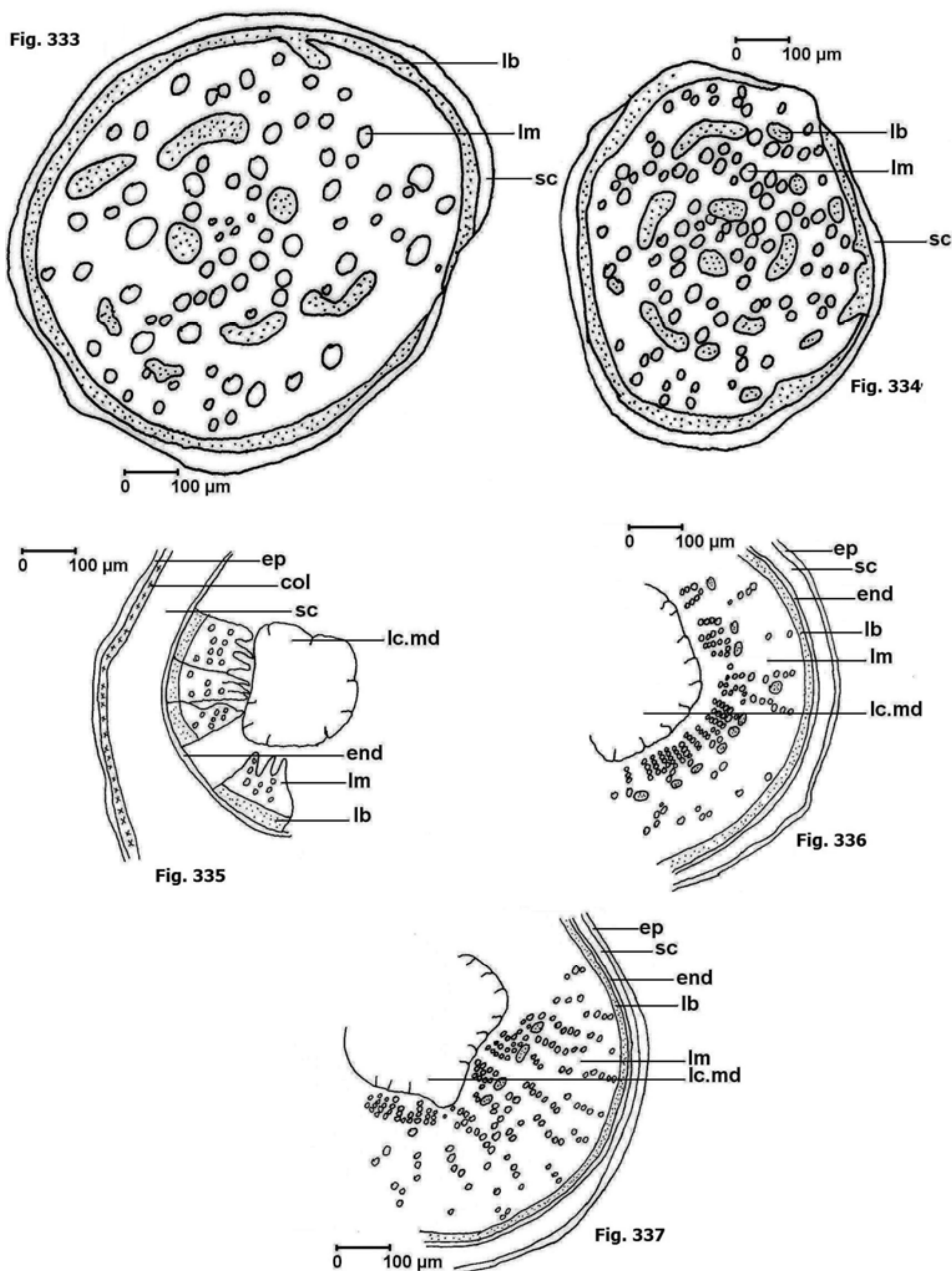


Fig. 332

Petrosimonia triandra. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime mijlocie (Fig. 327) şi prin tulpină, treime superioară (Fig. 328-330), treime mijlocie (Fig. 331) şi treime inferioară (Fig. 332).



Petrosimonia triandra. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 333), treime mijlocie (Fig. 334) şi treime superioară (Fig. 335); secțiune transversală prin tulpină, treime mijlocie (Fig. 336) şi treime inferioară (Fig. 337): scheme.

Frunza (Fig. 338-349)

Limbul

Epiderma văzută de față (Fig. 343) prezintă celule poligonale, cu pereții laterali drepți. Din loc în loc se observă stomate de tip anomocitic sau de tip tetracitic. Prin transparență se observă celule cu ursini de oxalat de calciu.

În **secțiune transversală, treimea superioară** (Fig. 338, 339, 344, 345), conturul limbului este circular.

Structura este foarte asemănătoare cu cea a limbului foliar de la *P. oppositifolia.* În țesutul palisadic (Fig. 339, 345), unele celule prezintă ursini de oxalat de calciu.

La fața internă a clorenchimului intern (Fig. 339) se observă numeroase grupe mici de elemente de contur circular cu pereții îngroşați şi lignificați, de diametru foarte mic, amintind de vasele lemnoase ale fasciculelor conducătoare (Fig. 339, 345). Pe alocuri, astfel de grupe de elemente vasculare se află şi în interiorul parenchimului central unde, împreună cu câteva celule mici din jur, formează veritabile fascicule conducătoare (Fig. 338).

În **treimea mijlocie** (Fig. 340, 346, 347) structura se menține, în linii mari, asemănătoare cu cea din treimea superioară, adică: țesut acvifer, parenchim asimilator subiacent (ce înglobează mici şi, în mare parte nediferențiate fascicule conducătoare), parenchim central (cu veritabile fascicule conducătoare) (Fig. 340).

În **treimea inferioară** (Fig. 341, 342, 348, 349), conturul secțiunii prin limb este semicircular, cu fața adaxială plană (Fig. 348).

Epiderma are celule neuniforme: unele mari, altele mai mici; în plus, unele celule au peretele extern concav (de formă semilunară), mai îngroşat decât ceilalți, acoperit de o cuticulă foarte subțiri (Fig. 342).

În poziție hipodermică se află un strat de celule care, prin forma lor, constituie un țesut palisadic (Fig. 342 şi 349). Acest țesut este întrerupt uneori, în dreptul coastelor latero-adaxiale şi la fața abaxială, de celule foarte mari, de formă eliptică; unele celulele sunt de 2-3 ori mai înalte decât celulele epidermice. Acest țesut este întrerupt în dreptul coastelor latero-adaxiale şi, uneori, pe fața abaxială, de câte o celulă de formă circulară sau eliptică.

Acestei palisade îi urmează un strat clorenchimatic intern, adesea unistratificat, în care unele celule sunt oxalifere. În legătură directă cu

stratul de celule asimilatoare se află numeroase şi extrem de mici fascicule conducătoare, cu foarte puține elemente de floem şi de xilem, acesta din urmă având însă elemente cu pereți subțiri şi slab lignificați. Urmează un parenchim de tip meatic, cu celule foarte mari, având pereții foarte subțiri.

Partea centrală a limbului este un parenchim de tip meatic, cu celule foarte mari, având pereții foarte subțiri, constituind un veritabil țesut acvifer. Prezența acestui țesut cu rol acvifer trebuie pusă în legătură cu factorii de mediu locali, ținând seama de faptul că planta a fost colectată de pe o sărătură uscată, rezerva de apă fiind astfel explicabilă. Pentru xerofitism pledează şi reducerea suprafeței foliare, tot în sensul micşorării transpirației şi reținerii apei în corpul plantei. În plus, apa poate servi şi la procesul de diluție a sărurilor, micşorându-le concentrația. Acest aspect, alături de alte date, arată că diluția sărurilor prin creşterea conținutului de apă pe parcursul maturării frunzei este un fenomen de adaptare larg răspândit printre halofite, care includ chiar specii xerofite, precum graminee şi ciperacee (Albert, 1975).

În acest parenchim central se află 3 fascicule conducătoare libero-lemnoase, din care cel median este mai mare, având vasele de lemn dispuse în şiruri radiare paralele între ele şi perpendiculare față de epidermă (Fig. 341); în fasciculele laterale, mult mai mici, poziția liberului şi a lemnului este diferită.

Acest tip de anatomie foliară corespunde, de asemeni, ca şi la *P. oppositifolia,* tipului kochioid.

Aşadar, *P. triandra* este o specie de sărături uscate; din asemenea habitate am colectat-o şi noi. Este o specie xerofilă, heliofilă strictă, de la slab la puternic şi foarte puternic euhalofilă, ce se dezvoltă pe sărături uscate sau pe sărărturi ce se uscucă puternic şi repede în stratul de la adâncimea de 10-20 cm. Este o plantă cu frunze filiforme, uşor ceroase, scorțoase şi suculente (Bucur şi colab, 1961). Prezența țesuturilor acvifere explică supraviețuirea speciei în condiții de uscăciune, dar şi posibilul efect de diluție pe care apa îl are asupra sărurilor concentrate.

Şerbănescu (1965) aprecia că este vorba de o specie de sărături clorurice, cu umiditate scăzută în timpul verii.

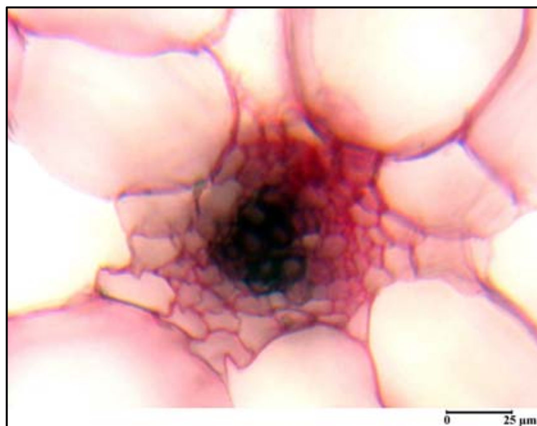


Fig. 338

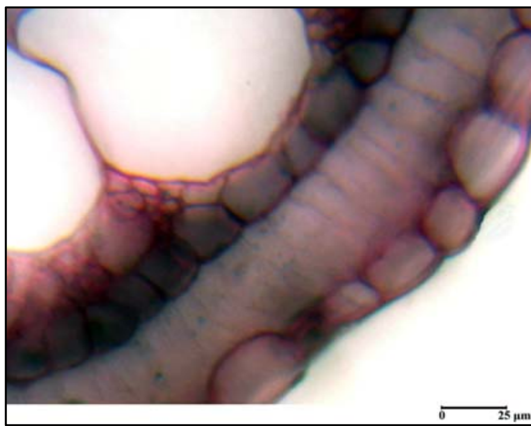


Fig. 339

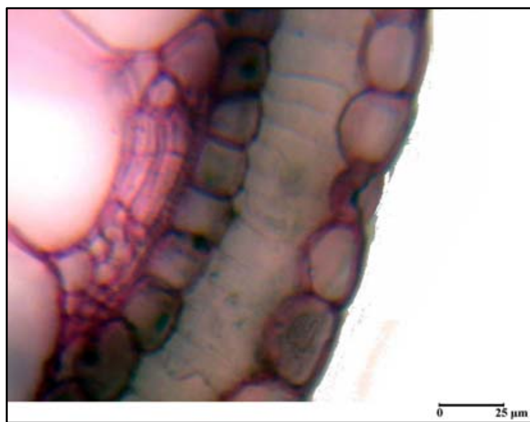


Fig. 340

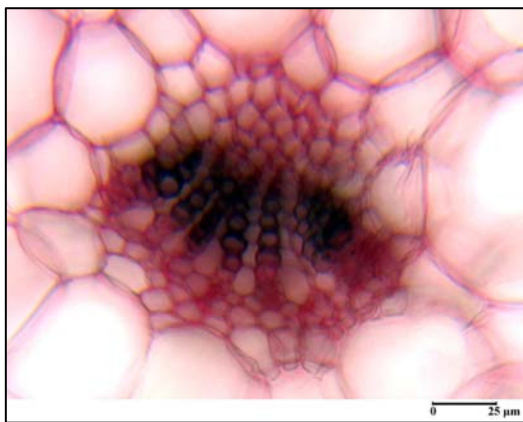
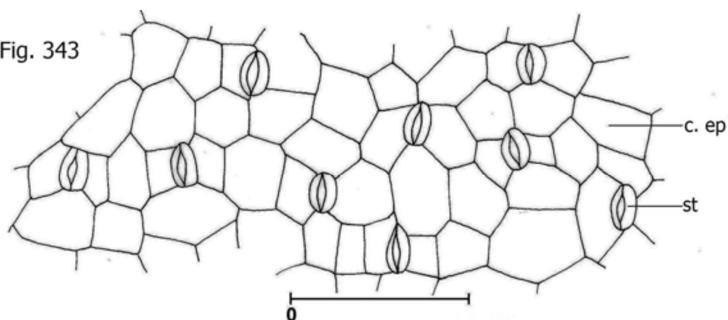


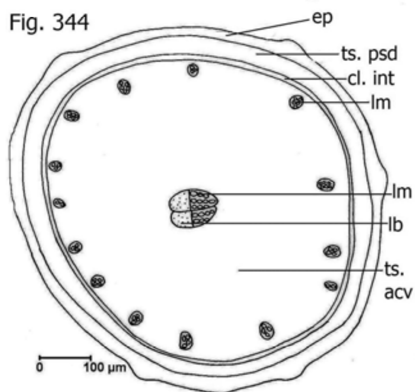
Fig. 341

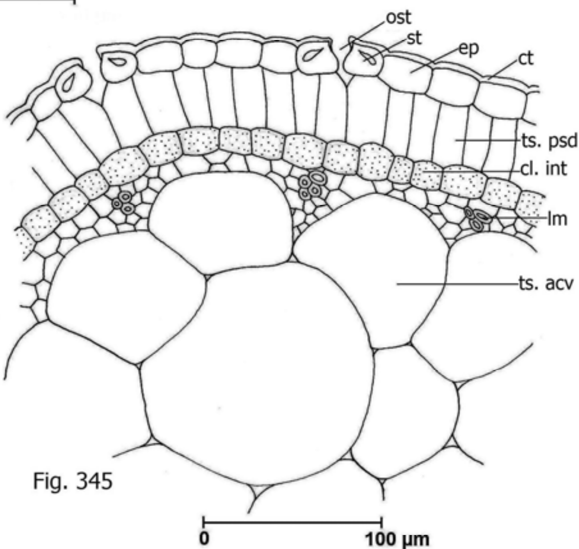


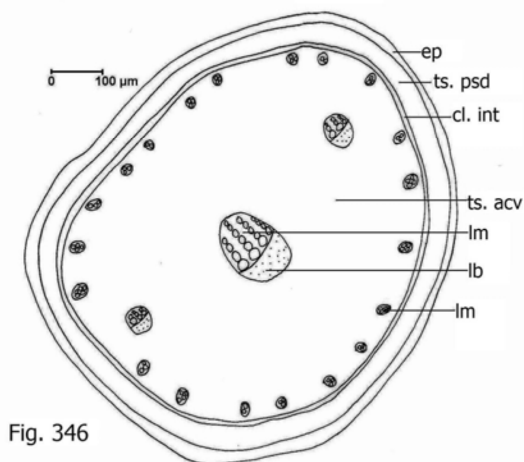
Fig. 342

Petrosimonia triandra. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 338-339), treime mijlocie (Fig. 340) şi treime inferioară (Fig. 341, 342).

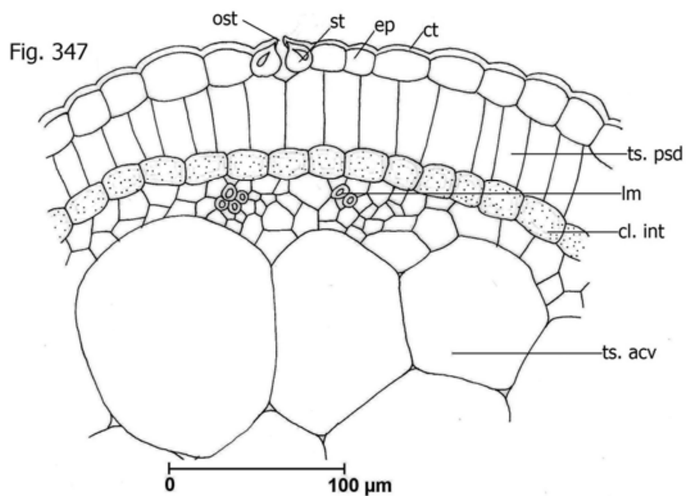


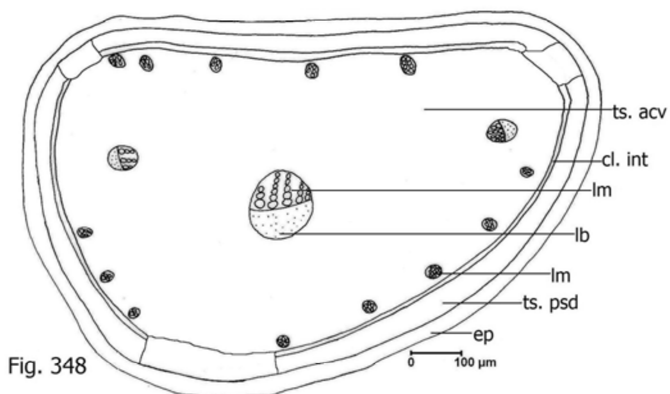


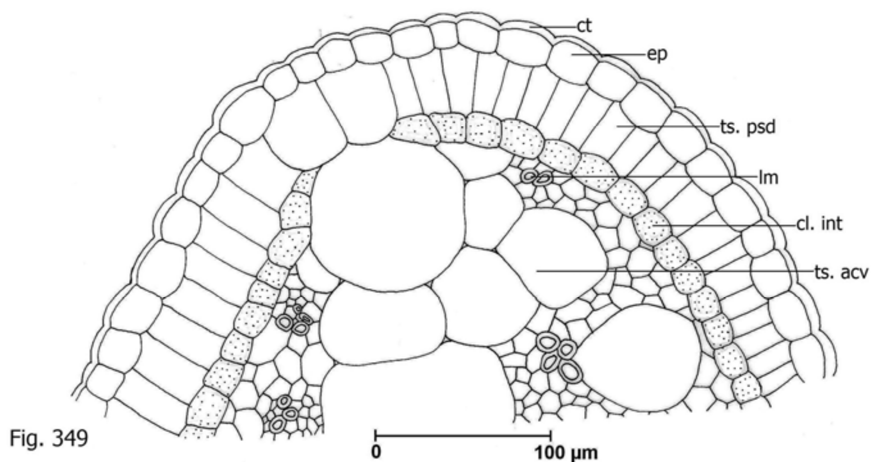




Petrosimonia triandra. Epiderma văzută de față (Fig. 343); secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 344 – schemă; Fig. 345 ─ detaliu); şi treime mijlocie (Fig. 346): schemă.







Petrosimonia triandra. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime mijlocie (Fig. 347 – detaliu) şi treime inferioară (Fig. 348 – schemă, Fig. 349 – detaliu).

Salicornia europaea L.

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 350, 362)

Structura secundară se datorează ambelor meristeme laterale: felogenul şi cambiul.

Felogenul produce o zonă relativ subţire (3-5 straturi) de celule suberoase tipice, dar fără o dispoziţie strict radiară.

Cambiul produce puţin liber şi mai mult lemn secundar în jurul celor 3 fascicule de lemn primar ale stelului triarh.

Cilindrul central este foarte gros, însă rezultă îndeosebi din activitatea cambiilor supranumerare. Acestea produc mai cu seamă vase de lemn (dispersate neregulat) şi celule de libriform, iar în masa fundamentală, sclerificată şi lignificată, sunt dispersate numeroase (20-25) şi mici insule de liber; dispoziţia acestora nu este ciclică, tipică, deci pot fi considerate ca fiind rezultatul activităţii unui număr de 3-4 cambii supranumerare (Fig. 350). Ultimul cambiu supranumerar format a generat un ţesut sclerificat, dar nelignificat, în vecinătatea imediată a peridermei; acest ţesut poate fi considerat ca un feloderm de tip mecanic, totdeauna mai gros decât suberul de la periferia lui.

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 351, 352, 363)

Structura rămâne asemănătoare cu cea din treimea inferioară, cu deosebirea că elementele libriformului au pereţii extrem de îngroşaţi şi lignificaţi, lumenul devenind adesea filiform (punctiform). Unele din insulele liberiene sunt foarte apropiate, formând veritabile arcuri suprapuse (Fig. 351, 352).

Rădăcină – treime superioară (Fig. 364)

Arcurile de ţesut liberian sunt mai largi, rezultate din contopirea unora dintre insulele menţionate la nivelurile inferioare ale rădăcinii; aceste arcuri sunt foarte subţiri şi dispoziţia lor reflectă activitatea unui număr de 4-5 cambii supranumerare.

Deşi această specie este una de habitate umede, poate să surprindă, la prima vedere, absenţa formaţiunilor aerifere de la nivelul acestui organ. Unele studii au arătat că este una din puţinele specii care are aerenchim slab dezvoltat, de aproximativ 3-6%, aceasta chiar şi în condiţii de hipoxie (Pearson şi Havill, 1988). Ca urmare, se pare că există adaptări metabolice la băltire. Plantulele acestei specii din solurile saline inundate nu sunt afectate de anaerobioză (Schat et al., 1987, cit. de Keiffer et al., 1994). În

plus, *S. europaea* este foarte tolerantă la acumularea ionilor de sulf (Ingold şi Havill, 1984). Mai există şi alte fenomene care pot exlpica slaba dezvoltare a aerenchimului la specia investigată de noi. Sistemul radicular superficial, extins în straturile aerobe ale solului, împreună cu o mişcare internă corespunzătoare a oxigenului, se pare că intervin în supravieţuirea unor specii de higrohalofite (inclusiv *Salicornia*) în condiţii de băltire (Pearson şi Havill, 1988; Mahall şi Park, 1976).

Tulpina propriu-zisă (sub segmentul cărnos, nearticulată) (Fig. 353-361, 365-367)

Suberul are grosime diferită pe circumferinţa organului şi este în bună parte în curs de exfoliere, cu celule netipice.

Structura primară este reprezentată, la nivelul cilindrului central, de fascicule (6-7) libero-lemnoase, ce prezintă insule liberiene înconjurate complet de elemente sclerificate şi lignificate. Măduva este în cea mai mare parte în curs de dezorganizare, rezultând o cavitate aeriferă centrală (Fig. 353).

Structura rezultată în urma activităţii cambiilor supranumerare este reprezentată de un inel foarte gros de libriform, în care sunt înfipte mai multe insule liberiene mici (Fig. 354). La faţa lor internă sunt puţine vase de lemn, al căror diametru nu diferă prea mult de cel al fibrelor lemnoase; ele se deosebesc însă prin peretele ceva mai subţire şi mai puţin lignificat. Fibrele liberiene au peretele extrem de gros, foarte intens lignificat. Ultimele elemente de libriform au pereţii slab lignificaţi sau complet celulozici.

La periferia acestui stel gros se află 2-3 straturi de celule cu pereţii moderat îngroşaţi, dar lignificaţi, din care cel extern are celule mult alungite tangenţial, luând aspectul unei endoderme (Fig. 355), pe care am menţionat-o la rădăcină, iar celelalte 2 straturi ar avea valoare de periciclu.

Segment tulpinal cărnos (internod mare) (Fig.356-358, 365)

Epiderma are celule alungite tangenţial, cu peretele extern mai îngroşat decât ceilalţi şi acoperit de o cuticulă striată, relativ groasă.

Scoarţa este foarte groasă, diferenţiată în parenchim asimilator de tip palisadic (bistratificat sau tristratificat), cu celule înalte (Fig. 356), parenchim acvifer de tip meatic, cu celule foarte mari (Fig. 358) şi endodermă de tip primar (Fig. 357); aceasta din urmă, ca şi stratul de la periferia ei, prezintă celule foarte mici, alungite tangenţial. Celulele endodermei au toţi pereţii, dar mai ales cei laterali, moderat îngroşaţi şi lignificaţi, fapt ce ne determină s-o considerăm mai degrabă de tip secundar.

În grosimea parenchimului acvifer, la limita dintre acesta şi parenchimul asimilator, se află numeroase fascicule conducătoare foarte

mici, cu dispoziția neregulată a lemnului şi a liberului, de aceea secțiunea transversală ne arată vase inelate şi spiralate secționate longitudinal.

Diferențierea scoarței în parenchim palisadic extern şi parenchim lacunos (acvifer) intern a determinat pe unii autori să considere că această structură aparține limbului foliar şi că doar cilindrul central ar ține de structura particulară a tulpinii.

Cilindrul central este foarte subțire şi începe cu un strat de celule periciclice, extrem de mici, cu toți pereții moderat îngroşați, dar intens lignificați. În acest cilindru central distingem o măduvă axială (multe din celule s-au dezorganizat, rezultând o cavitate aeriferă mai mult sau mai puțin romboidală în secțiune transversală), un număr de 6 fascicule conducătoare libero-lemnoase şi un inel foarte gros de sclerenchim (Fig. 357), la periferia lor, în care sunt înfipte câteva insule foarte mici de elemente liberiene.

Aceasta dovedeşte că imediat după structura primară s-a edificat o zonă cambială, din activitatea căreia a rezultat foarte mult libriform, care vine în contact cu razele medulare sclerificate şi lignificate şi cu țesutul lemnos al fasciculelor conducătoare; în felul acesta liberul este complet înconjurat de țesut sclerificat şi lignificat. Ultimele elemente de libriform, de asemenea cu pereții foarte groşi, nu sunt lignificate; ele se află între periciclu şi inelul sclerificat şi lignificat de la fața externă a fasciculelor conducătoare.

În legătură cu anatomia acestei specii se impun mai multe discuții. *Salicornia* este un gen foarte interesant, controversat şi „intrigant" prin problematicile ridicate din punct de vedere structural.

Suculența este una din trăsăturile cele mai caracteristice acestui gen, fiind practic prima trăsătură asociată cu morfologia şi ecologia lui.

Însă, oarecum legat de suculență, la acest taxon mai există o problemă destul de controversată chiar şi în zilele noastre: care este originea acestor țesuturi suculente şi, mai ales, formațiunile vegetative supraterane ar trebui considerate tulpină sau frunze? Spunem aceasta, gândindu-ne în primul rând la morfologia şi anatomia speciei *Salicornia europaea,* caracterizată uneori ca plantă afilă, alteori cu frunze mici, extrem de reduse, sau concrescute parțial cu tulpina.

Halofitele suculente sunt clasificate, în general, în două categorii: cele cu frunze suculente şi cele cu tulpini suculente. Dar iată că, cel puțin din punct de vedere morfologic, dacă nu chiar şi anatomic, distincția între cele două organe nu poate fi făcută cu uşurință.

Unii autori (De Fraine, 1912; Halket, 1928; James şi Kyhos, 1961) privesc aceste organe suculente ca fiind frunze după origine, în vreme ce alții (Fahn şi Arzee, 1959; Fahn, 1963) le privesc ca fiind tulpini, scoarța lor

fiind suculentă. Opinia noastră, vorbind din punct de vedere strict histo-anatomic, este că natura acestor organe cărnoase este foliară, pentru aceasta pledând structura tipică de limb, cu epidermă, țesut palisadic bi- sau tristratificat şi parenchim acvifer care înconjoară cilindrul central. În plus, prezența a numeroase fascicule conducătoare la limita dintre țesutul palisadic şi cel lacunos ar fi o dovadă că întreaga structură aparține unei perechi de frunze opuse, strâns alipite la fața externă a tulpinii.

Anderson (1975), care face studii pe *Salicornia virginica*, se referă la acest țesut suculent ca la o frunză, arătând că, de fapt, aşa-numita tulpină afilă nu este altceva decât o tulpină cu două frunze aplatizate, care înconjoară fiecare internod.

Originea foliară a acestor țesuturi suculente este susținută şi de Duval-Jouve (1868) (cit. de Fahn şi Arzee, 1959).

Keller (1951) (cit. de Fahn şi Arzee, 1959) este de părere că la speciile de *Salicornia* formațiunea aceasta suculentă provine din fuziunea şi alipirea frunzelor cu tulpina. Concluziile lui s-au bazat pe studierea unor anomalii, cum ar fi plantule cu 3 cotiledoane şi noduri unifoliate, aranjament asimetric al țesutului suculent internodal la unele plante care au fost cultivate.

Leisle (1949), studiind anatomia şi ecologia unor halofite şi xerofite cu frunze reduse, precizează că la *Anabasis aphylla* acest țesut suculent derivă din fuziunea frunzelor opuse.

Cooke (1911), studiind anatomia speciei *Salicornia australis*, se referă la această formațiune suculentă ca reprezentând de fapt baza frunzelor ce înconjoară tulpina propriu-zisă.

Chermezon (1910), care a investigat specia *Salicornia fruticosa,* afirmă că stratul de celule care mărgineşte țesutul acvifer la interior este format din celule distincte, aplatizate tangențial, ceea ce ar reprezenta de fapt epiderma superioară a frunzei sudate cu tulpina.

Problemele ridicate de definirea şi caracterizarea acestor țesuturi suculente sunt legate, aşa cum am pus şi noi în discuție (Grigore, 2008b), şi de lipsa unui limbaj uniform şi a unei caracterizări constante structurilor evidențiate la nivelul acestor țesuturi cărnoase, suculente. Acesta este motivul pentru care nici noi nu preferăm folosirea unui termen precis, constant, ci mai degrabă apelăm la expresia generică „țesut suculent", „formațiune suculentă", care poate părea un pic cam vagă. De fapt, folosim această sintagmă pentru a desemna totalitatea țesuturilor cuprinse de la epidermă şi până în interior, la nivelul a ceea ce pare şi a fost descris ca cilindru central (tulpină propriu-zisă); deşi, punctul nostru de vedere este că această formațiune are origine foliară.

De exemplu, Cross (1909) studiază aceeaşi specie, *Salicornia australis*, şi caracterizează planta ca fiind **complet** (subl. n.) lipsită de

frunze, deşi secţiunea transversală prin „tulpină” este destul de asemănătoare cu cea prezentată de Cooke (1911).

Suculenţa conferită plantei de aceste formaţiuni este o trăsătură comună multor specii de halofite.

Salicornia europaea este o higro-halofită, fiind recoltată, ca şi *Suaeda maritima,* de pe o sărătură umedă, nisipoasă, colmatabilă uneori, iar prezenţa suculenţei, alături de efectul dilutiv pe care l-am mai amintit, intervine şi în menţinerea turgescenţei celulare, adică un alt mijloc responsabil de poziţia erectă a plantei, fiind cunoscut faptul că ţesuturile mecanice sunt rudimentare, slab dezvoltate la această specie. „Îndată ce turgescenţa nu mai este asigurată, prin absenţa apei, planta piere în mod fatal”, scrie Prodan (1922), referindu-se la *Salicornia.* Din acest motiv, specia este legată de medii puternic saline, clorurice, dar umede; este vorba, practic, de un lanţ microecologic închis, adică salinitatea clorurică a solului induce suculenţa, având şi rol atât de diluţie a ionilor toxici, cât şi de menţinere a presiunii osmotice, a turgescenţei, ceea ce permite plantei absorbţia sevei brute pe de o parte, dar şi poziţia erectă a plantei, pe de altă parte. În lipsa apei din sol, planta poate muri fie din cauza concentrării sărurilor în celule, cu efect letal, fie din cauza pierderii, reversibile sau nu, a portului erect. Iată, deci, că şi bilanţul hidric, alături de cel al sărurilor, nu trebuie nicidecum neglijat.

Aşadar, *Salicornia europaea* este o specie higrofilă, de la potrivit la puternic halofilă, dezvoltându-se pe lăcovişti salinizate, umede de luncă în profunzime şi mai puţin umede la suprafaţă (Bucur şi colab., 1960), având aproximativ aceleaşi exigenţe ecologice ca şi *Suaeda maritima.* Ambele sunt specii care formează asociaţii clorurice (Şerbănescu, 1965). În plus, vorbind de importanţa apei pentru *Salicornia* trebuie spus că germinarea seminţelor se face, în majoritatea cazurilor, sub apa de precipitaţii, când sărurile sunt foarte diluate, conform aceluiaşi autor.

Segmente tulpinale articulate, imbricate, mici (Fig. 359-361, 366-367)

Axul organului este ocupat de câteva fascicule conducătoare mici şi de o măduvă centrală, redusă la câteva (3-5) celule. Vasele de lemn (6) au pereţii puternic îngroşaţi, dar nelignificaţi.

Cea mai mare parte din grosimea organului este parenchimatic-celulozică, cu celule ce formează însă ţesuturi diferite:

- 2 benzi largi şi opuse, cu structură de limb foliar, având 2 straturi de celule palisadice;
- 2 raze foarte largi, cu toate celulele alungite radiar, care ajung până în vecinătatea stelului.

La fața internă a celor 2 benzi de parenchim palisadic se află un țesut lacunos tipic, cu celule izodiametrice mari, având valoare de parenchim acvifer; în acesta din urmă, şi mai ales la limita între cele 2 țesuturi, se află numeroase fascicule conducătoare mici; în plus, la nivelul parenchimului palisadic am observat mai multe traheoidioblaste, înalte cât toată grosimea țesutului palisadic, saculiforme, cu îngroşări (Fig. 359-361); în lungul acestor elemente se observă numeroase benzi paralele, îngroşate; acestea, împreună cu starea de turgescență conferită de bogăția apei, ar putea contribui la funcția de susținere a plantei în poziție verticală.

Prezența a numeroase fascicule conducătoare la limita dintre țesutul palisadic şi cel lacunos ar fi o dovadă că întreagă structură aparține unei perechi de frunze opuse, strâns lipite la fața externă a tulpinii.

Epiderma prezintă celule izomorfe, izodiametrice, cu peretele extern acoperit de o cuticulă groasă. Din loc în loc se află stomate înconjurate de celule epidermice cu pereții laterali fin ondulați.

Cu referire la aceste traheoidioblaste (numite aşa de către Anderson, 1974), putem afirma că, deşi evidențiate de mult timp, aceste structuri au născut controverse şi interpretări diferite, care rețin atenția chiar şi în zilele noastre.

Ele au fost evidențiate de Anderson (1974) la *S. virginica,* de Chermezon (1910) la *S. fruticosa* şi *S. herbacea,* de Cooke (1911) la *S. australis,* de Keshavarzi şi Zare (2006), la *S. europaea,* de Fahn şi Arzee (1959) la *Arthrocnemum glaucum.*

Trebuie spus că rolul acestor formațiuni atât de interesante rămâne deocamdată discutabil. Funcția lor a fost, rând pe rând, presupusă de autorii care au investigat diferite specii ale genului *Salicornia.*

Astfel, Duval-Jouve (1868) le-a evidențiat la *S. fruticosa,* numindu-le „*les grandes cellules spiralées*” şi le-a atribuit un rol aerifer, ceea ce l-a determinat să le numească, chiar în anumite locuri ale aceluiaşi articol, „*les cellules aeriferes”.* Acestea se deosebesc de celulele palisadice prin lungimea lor mare, prin conformație, fiind întotdeauna într-un număr mult mai mic decât celulele parenchimului palisadic, în masa cărora sunt localizate. Aproape întotdeauna sunt situate pe direcția şi dedesubtul stomatelor, *fără să fie însă în contact* (subl. n.) cu vreuna dintre acestea. Pe materialul analizat de Duval-Jouve, toate aceste traheide sunt pline cu aer; autorul a anjuns la această constatare observând că prin simpla presarea a traheidelor pe preparatul histologic, aerul este eliberat la exterior, în mediul apos.

Mangin (1882) credea că aceste traheide au un rol de susținere, afirmând că nu sunt în contact cu stomatele, deşi este adevărat că acestea se termină în dreptul stomatelor, la o mică distanță de camerele substomatice.

Tot un rol mecanic (de susținere) este atribuit acestor traheide şi de către Van Tieghem (1898), considerându-le ca elemente ale stereomului cortical.

De Bary (1884) include traheidele de la *Salicornia* în categoria traheidelor izolate, localizate în afara fasciculelor conducătoare; nu le conferă în mod explicit o funcție anume, dar faptul că sunt menționate la acest capitol s-ar putea să echivaleze cu faptul că funcția lor este de conducere.

Dangeard (1888) a evidențiat aceste traheide la *Salicornia peruviana, S. virginica* şi *Arthrocnemum ambiguum*; conform opiniei acestui autor, celulele spiralate transversale ar aparține, de asemeni, stereomului cortical.

Warming (1909) le numeşte „*water-storing tracheids*", fiind de părere că acestea ar juca acelaşi rol ca şi vasele de lemn din fasciculele conducătoare, de vreme ce ele sunt pline cu apă, pe care o cedează fără să fie distruse.

De Fraine (1912) cercetează anatomia genului *Salicornia* şi numeşte aceste formațiuni *„spiral cells",* arătând că ele vin rareori în contact cu epiderma, nefiind în mod direct conectate nici cu fasciculele conducătoare; pe baza observațiilor proprii, ajunge la concluzia că acestea sunt elemente ce depozitează apa.

Cooke (1911) era de părere că acestea au rol aerifer, iar Keshavarzi şi Zare (2006) consideră că ele intervin în transportul apei către țesuturile periferice. Un rol în bilanțul hidric le atribuie şi Anderson (1974).

Keshavarzi şi Zare (2006) descriu aceste formațiuni ca pe nişte celule spiralate mari, incolore, care sunt localizate printre celulele palisadice ale organelor foliare, lungimea lor fiind paralelă cu cea a celulelelor palisadice. Grosimea acestor elemente este foarte variabilă, însă lungimea lor este de 200-350 μm la *Salicornia europaea* şi de circa 150-250 μm la *Arthrocnemum macrostachyum*. Epiderma este rareori în contact cu aceste traheide şi nu există o legătură între ele şi sistemul conducător. Forma lor este cilindrică, iar capetele sunt uneori oblice.

În anumite situații, aceste traheide au fost interpretate ca fiind glande secretoare de săruri la specia *Salicornia europaea* (Bercu şi Bavaru, 2005). Anderson (1975) este de părere că acestea nu ar trebui considerate glande, deoarece nu au demonstrat un conținut ridicat de săruri prin teste histochimice. Aşa cum arătam în altă parte (Grigore şi Toma, 2008b), în ceea ce ne priveşte, în acord cu ultimul autor citat, nu credem că aceste elemente structurale ar putea fi glande secretoare de săruri, deoarece *S. europaea* nu este o crinohalofită, ci dispune de alte mecanisme reglatoare ale sării. În plus, pe preparatele analizate de noi, aceste structuri nu sunt în contact direct cu epiderma, eventual cu stomatele sau cu alte formațiuni implicate în secreție. Ele nu pot constitui glande în sensul strict al

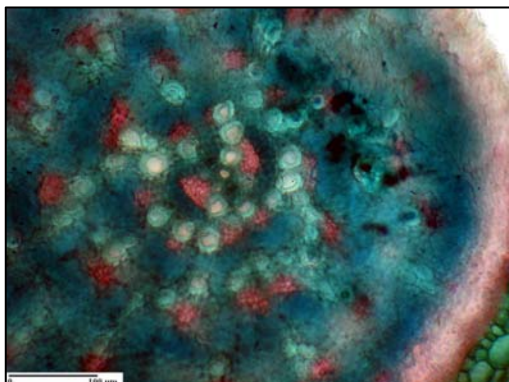
termenului, în conformitate cu definiția lui Fahn (1988): „glandele salifere sunt **celule** epidermice specializate sau trichomi specializați, care joacă un rol activ în secreția de soluții de săruri minerale...”. Este drept că, în unele situații, aceste traheide conectează țesutul acvifer cu epiderma, ca în cazul speciei *Arthrocnemum fruticosum* şi se presupune că ar avea rol în absorbția picăturilor de rouă de către epidermă (Saadeddin şi Doddema, 1986), dar aceasta nu este valabil pentru materialul analizat de noi. În tot cazul, se pare că aceste „sclereide”, cum le numeşte Waisel (1972), ating dimensiuni mai mari la plantele expuse unor condiții ridicate de salinitate, cu NaCl îndeosebi, deci se pare că sunt halosensibile.

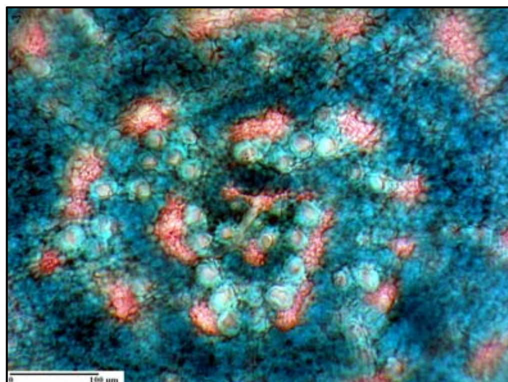
Saadeddin şi Doddema (1986), evidențiind aceste structuri histologice, oferă o succintă, dar potrivită caracterizare a părții supraterane a unei plante suculente, articulată. Astfel, aceasta constă „dintr-o tulpină cu două frunze opuse, decusate, la fiecare nod, baza fiecărei perechi, suculentă, amplexicaulă, prelungită în partea din josul tulpinii şi fuzionată cu aceasta, formând un cilindru suculent discontinuu, în jurul internodurilor”. Frunzele sunt formate dintr-un strat asimilator palisadic şi un țesut acvifer **conectat** (subl. n.) cu epiderma printr-un număr mare de traheoidioblaste („vessel-like tracheoid idioblasts”, în original).

Pirwitz (1931) a demonstrat că aceste celule sunt pline cu apă, sunt vii şi conțin nucleu, fiind capabile de plasmoliză. Aceste observații au fost confirmate ulterior prin tehnici de microscopie electronică (Hess et al., 1975).

Weber şi colab. (1977) au atribuit şi ei acestor traheide un rol acvifer, dar au particularizat acest aspect, arătând că ele pot funcționa ca un rezervor de apă uşor sărată atunci când plantele cresc într-un mediu puternic salinizat. Conform acestor autori, fluxul de apa sărată care se deplasează din țesutul acvifer poate fi redus în concentrație, printre altele, de membranele traheidelor izolate. Hess şi colab. (1975) au sugerat de asemeni, că şi în aceste traheide concentrația în clor este scăzută.

S-a mai atribuit un rol acestor traheoidioblaste. De mult timp s-a observat că numeroase specii de halofite, inclusiv *Salicornia,* sunt capabile să absoarbă apa prin intermediul părților aeriene atunci când sunt supuse unor inundări temporare. Această absorbție se pare că este capabilă să înlocuiască pierderile anterioare de apă. Saadeddin şi Doddema (1986) au sugerat că un asemenea mecanism ar putea fi operativ şi la *Arthrocnemum fruticosum*, prin absorbția picăturilor de rouă de către părțile aeriene ale plantei. Cu toate acestea, rămâne deschisă discuția dacă există conexiuni certe între aceste traheide şi epidermă, pe de o parte, şi între acestea şi elementele conducătoare, pe de altă parte. Această specie din familia *Chenopodiaceae* este de tip C_3 (Frey şi Kürschner, 1983; Muhaidat, Sage şi Dengler, 2007).


Fig. 350


Fig. 351

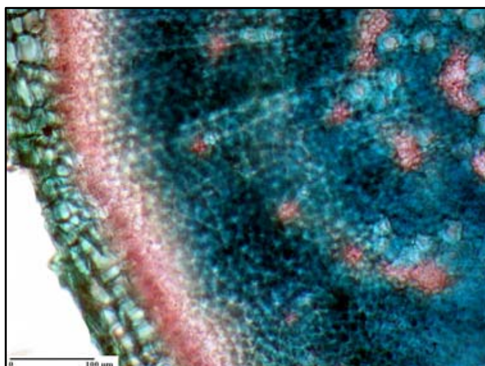
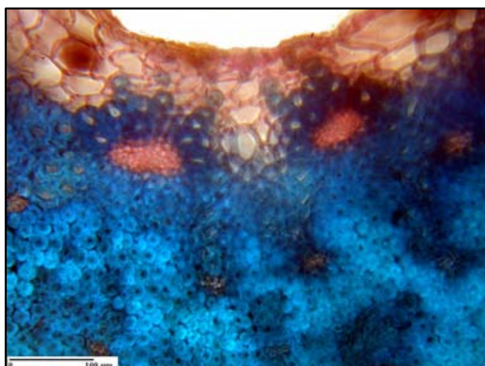
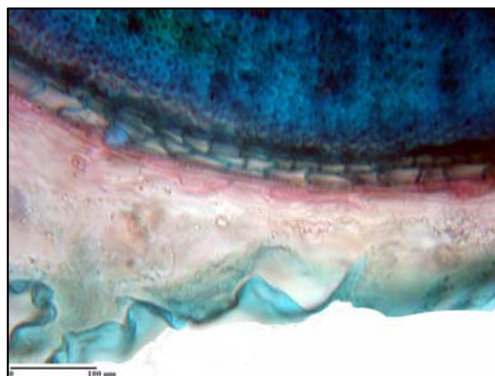

Fig. 352


Fig. 353


Fig. 354


Fig. 355

Salicornia europaea**.** Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 350) şi treime mijlocie (Fig. 351, 352); secțiuni transversale prin tulpina nearticulată (Fig. 353-355)**.**



Fig. 356

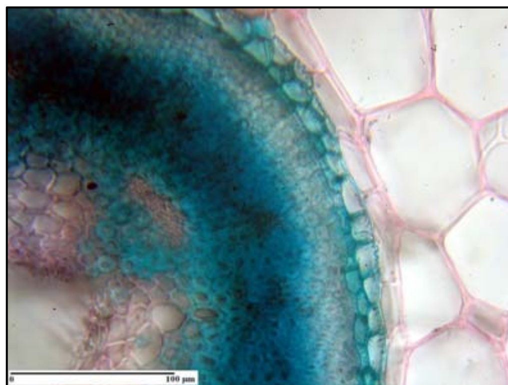


Fig. 357

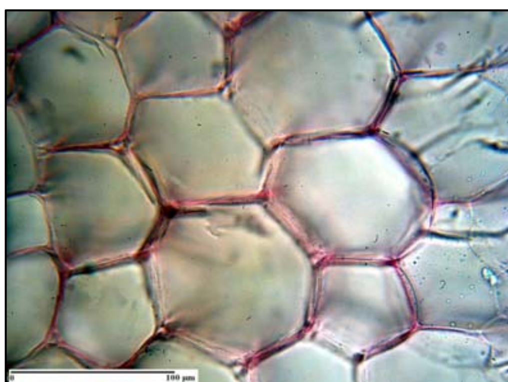


Fig. 358



Fig. 359



Fig. 360

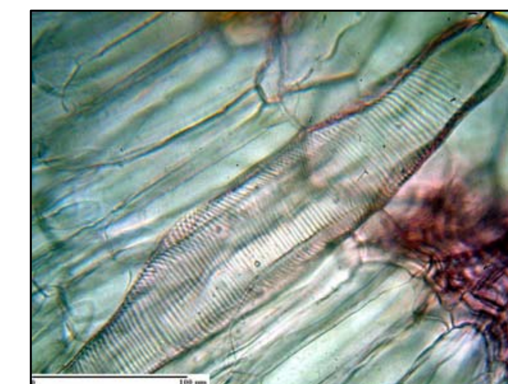
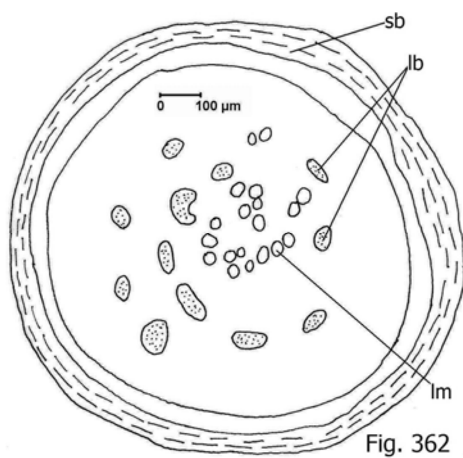
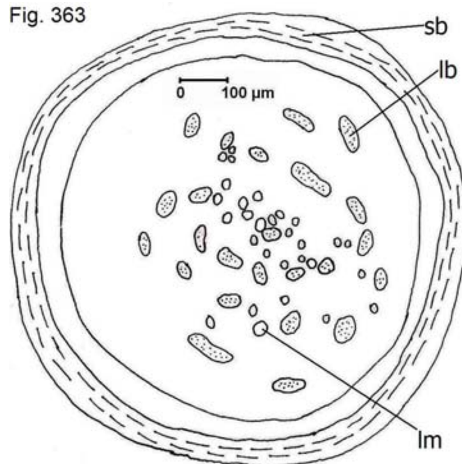
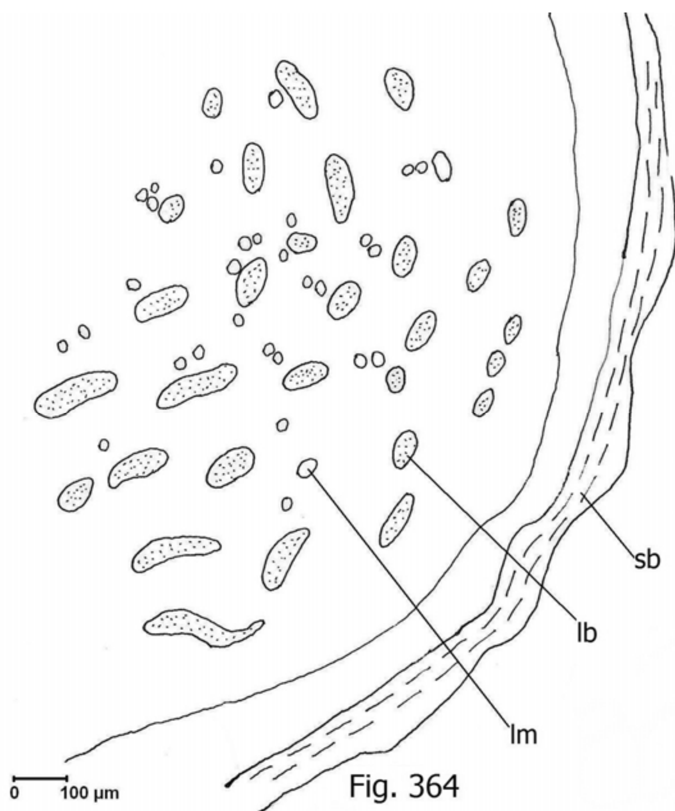


Fig. 361

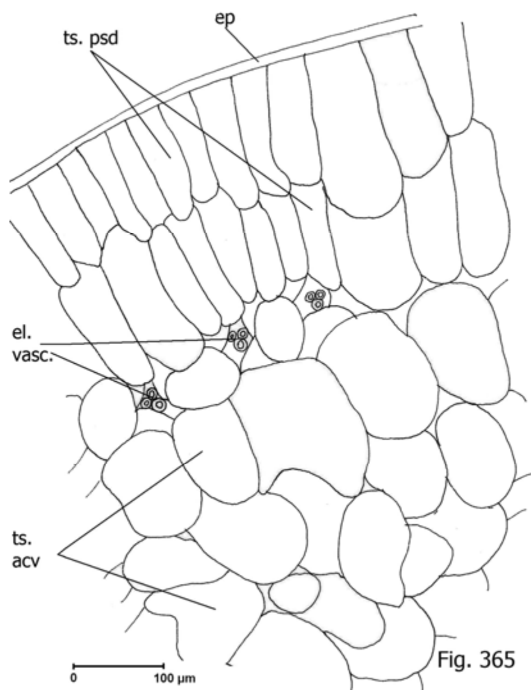
Salicornia europaea. Secțiuni transversale printr-un segment suculent mare (Fig. 356-358) şi printr-un segment suculent mic (Fig. 359-361).

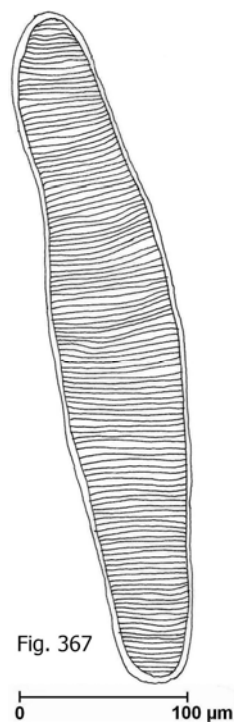


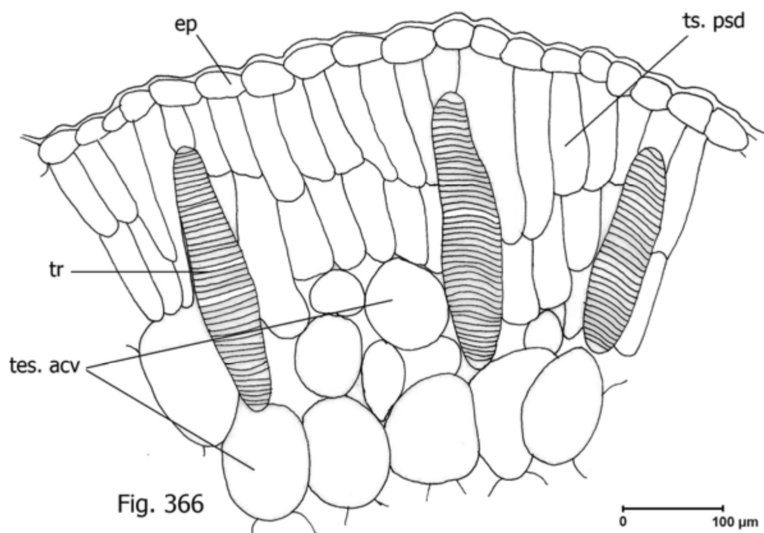




Salicornia europaea. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 362), treime mijlocie (Fig. 363) şi treime superioară (Fig. 364).







Salicornia europaea. Secțiuni transversale printr-un segment suculent mare (Fig. 365) şi printr-un segment suculent mic (Fig. 366, 367).

Suaeda maritima (L.) Dumort.

Rădăcină (Fig. 368, 369)

La nivelul analizat, structura este secundară, însoțită de țesuturile provenite din activitatea cambiilor supranumerare.

Structura primară se recunoaşte încă în axul rădăcinii, unde se observă cele 2 fascicule de lemn, opuse şi unite la mijloc printr-un vas mare de metaxilem. Aşadar, stelul primar este detip diarh.

Structura secundară, rezultată din activitatea cambiului normal, este puțin importantă şi de tip fascicular la nivelul țesuturilor conducătoare; sunt vizibile cel puțin 6 fascicule, al căror lemn formează un inel intern, iar liberul formează insule înconjurate complet de țesut sclerificat şi lignificat; lemnul, razele medulare şi libriformul primului inel de xilem rezultă în urma activității cambiului supranumerar.

În urma activității cambiilor supranumerare rezultă un număr de 5 inele de țesuturi conducătoare, fiecare din ele având cea mai mare parte ocupată de libriform, cu puține vase dispersate neregulat în el, şi numeroase insule de liber, separate de parenchim, celulozic sau slab lignificat; aceste insule nu sunt echidistante şi nici de aceeaşi mărime (Fig. 368).

La o analiză mai atentă putem distinge mai multe şiruri radiare de vase lemnoase în dreptul insulelor liberiene, separate de o cantitate foarte mare de libriform; fibrele acestuia din urmă au pereții extrem de îngroşați şi moderat lignificați.

Felogenul formează o peridermă relativ groasă, cu suber de grosime diferită (4-7 straturi) spre exterior şi feloderm cu celule dispuse radiar spre interior; celulele de suber au pereții moderat îngroşați, dar intens lignificați, nepăstrând o dispoziție strict radiară pe toată circumferința organului (Fig. 369).

Şi la această specie, destul de apropiată ca spectru ecologic de *Salicornia europaea*, sistemul radicular superficial poate explica supraviețuirea plantei pe perioade de băltire mai mult sau mai puțin îndelungate (Justin şi Armstrong, 1987).

Tulpină – treime superioară (Fig. 370, 371)

Epiderma are celule izodiametrice, cu peretele extern mai gros şi aproape în totalitate cutinizat (Fig. 371); cuticula formează un relief striat.

Scoarța este foarte subțire, colenchimatizată (Fig. 371), cu cele mai multe celule aplatizate radiar. Stratul cel mai intern reprezintă o endodermă tipic primară, cu celulele mult alungite tangențial, având vizibile îngroşările Caspary în pereții radiari.

Cilindrul central este gros şi începe cu un periciclu pluristratificat, format din celule mici. Sub periciclu se află un inel gros de fibre sclerenchimatice, cu pereţii extrem de groşi şi lignificaţi; în grosimea acestui inel pot fi observate mai multe fascicule conducătoare foarte mici, cu liberul înconjurat complet de elemente sclerificate şi lignificate; vasele de lemn ale acestor fascicule au diametrul mai mare decât cel al fibrelor libriforme, dar pereţii lor sunt de asemeni foarte groşi.

La faţa internă a inelului de sclerenchim şi în contact direct cu acesta se află mai multe (10) fascicule libero-lemnoase, separate de raze medulare largi, formate din celule cu pereţii puţin îngroşaţi şi nelignificaţi spre măduvă şi din celule cu pereţii puternic îngroşaţi dar nelignificaţi în vecinătatea inelului de sclerenchim (Fig. 370).

Toate fasciculele conducătoare au un început de structură secundară, vizibilă cel puţin la nivelul lemnului unde, printre vasele cu pereţii extrem de groşi, se află şi câteva fibre libriforme.

La nici una din speciile de *Chenopodiaceae* investigate de noi şi de alţi autori nu s-au întâlnit vase de lemn ce au pereţii îngroşaţi, dar slab lignificaţi, ca şi cei ai fibrelor libriforme.

Măduva este groasă, parenchimatic-celulozică, de tip meatic.

Tulpină – treime mijlocie (Fig. 372, 373)

Structura diferă de cea observată la nivelul precedent prin următoarele trăsături:

- scoarţa externă este colenchimatizată angular (Fig. 373);
- inelul de sclerenchim este mai gros şi mai intens lignificat (Fig. 372);
- vasele de lemn au pereţii intens lignificaţi, dar mai subţiri;
- structura secundară rămâne nesemnificativă.

Tulpină – treime inferioară (Fig. 374, 375)

Structura este asemănătoare cu cea de la nivelul mijlociu al tulpinii, cu deosebirea că unele celule de parenchim cortical intern sunt extrem de mari, alungite tangenţial.

Stratul periciclic de sub endodermă are celule foarte mici, izodiametrice, cu pereţii extern şi laterali mai groşi şi lignificaţi, ca şi cel intern al celulelor endodermice (Fig. 374).

În inelul de sclerenchim sunt numeroase fascicule conducătoare, cu insule de liber înconjurate complet de ţesut lignificat şi sclerificat (Fig. 375). Vasele de lemn, dispuse în şiruri radiare au pereţii extrem de groşi, dar moderat sau slab lignificaţi. Numărul fasciculelor rămâne constant (18), cu structură secundară (nesemnificativă) doar în cele mai mari.

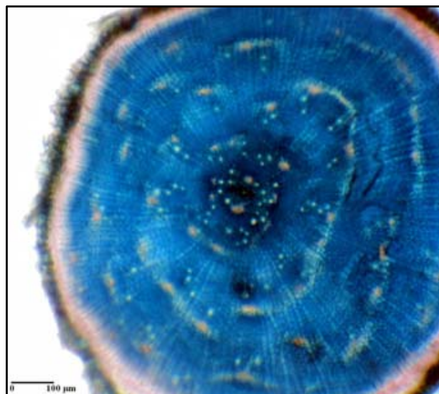


Fig. 368

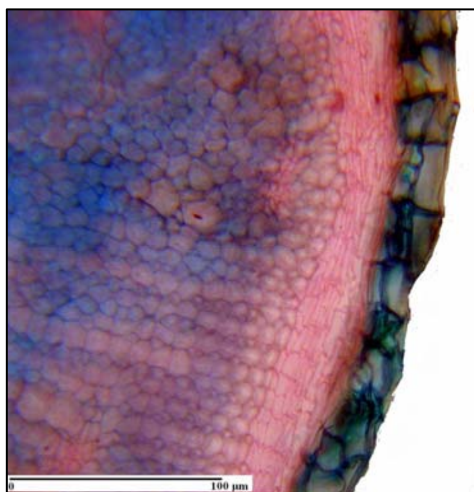


Fig. 369

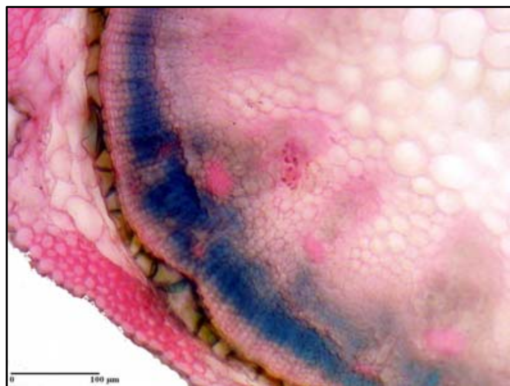


Fig. 370

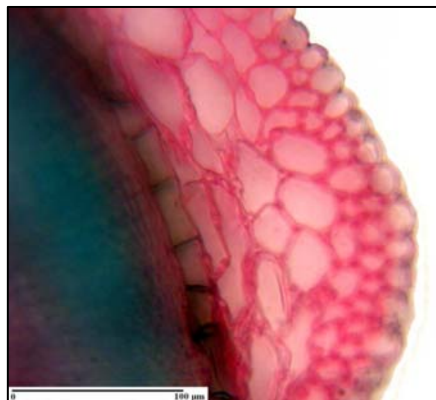


Fig. 371



Fig. 372

Suaeda maritima. Secţiuni transversale prin rădăcină (Fig. 368, 369) şi prin tulpină, treime superioară (Fig. 370, 371) şi treime mijlocie (Fig. 372).

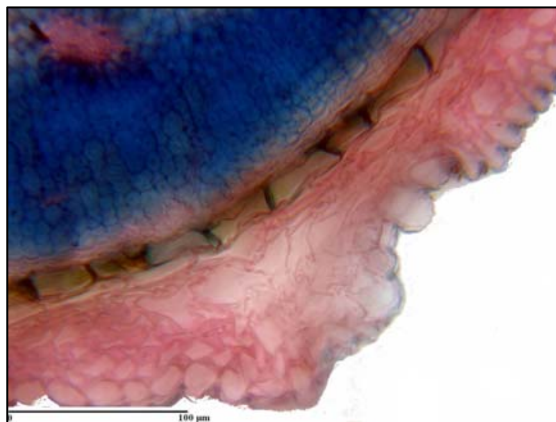


Fig. 373

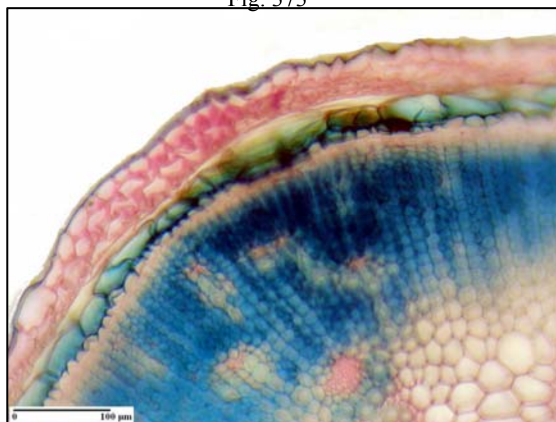


Fig. 374

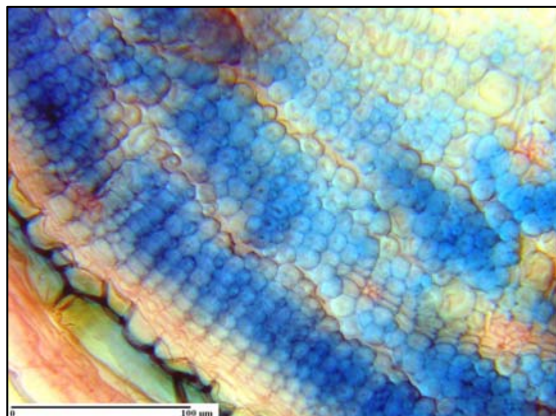


Fig. 375

Suaeda maritima. Secțiuni transversale prin tulpină, treime mijlocie (Fig. 373) şi treime inferioară (Fig. 374, 375).

Funza (Fig. 376-378)

Epiderma văzută de față (Fig. 376, 377) prezintă celule izodiametrice de contur poligonal, cu pereții laterali drepți. Din loc în loc se observă puține stomate de tip anomocitic. În lungul nervurilor, celulele sunt vizibil alungite.

În secțiune transversală prin limb (Fig. 378), conturul limbului este aproximativ eliptic.

Epiderma prezintă celule alungite tangențial, cu peretele extern bombat şi doar uşor mai îngroşat decât ceilalți. Din loc în loc se observă stomate.

Mezofilul este aproape în întregime de tip palisadic (Fig. 378), format din celule foarte mari, dispuse în 2-3 straturi; doar la mijlocul mezofilului celulele sunt izodiametrice ori uşor alungite tangențial. În țesutul lacunos se află mai multe fascicule conducătoare dispuse pe o bandă, din care cel median este ceva mai mare. Parenchimul acvifer conferă suculența frunzei.

Acest tip de aranjament al țesuturilor foliare a fost identificat, la aceeaşi specie, de Warming (1897), Monteil (1906), Chermezon (1910), Paulsen (1912), Polić şi colab. (2009), corespunzând tipului anatomic *austrobassioid* (Fisher et al., 1997; Jacobs, 2001), caracteristic plantelor cu fotosinteză de tip C_3 (Velkie şi Caldwell, 1970; Carolin, Jacobs şi Wesk, 1975; Winter, 1981; Venkatesalu şi Chellappan, 1988; Mateu Andrés, 1989; Fisher et al., 1997). Multe specii ale genului *Suaeda* pot fi însă de tip C_4 (Sage, Li şi Monson, 1999), aparținând tipului *suaedoid*. Există o bogată literatură în acest sens, dar şi unele inconsecvențe în folosirea terminologiei (nu tocmai unitare)[22]; într-o lucrare anterioară (Grigore şi Toma, 2008b) am înadrat structura anatomică foliară de la *S. maritima* în tipul *sympegmoid* (tot de tip C_3), însă, în lumina noilor lucrări consultate, credem că este corect ca acest aranjament să fie considerat de tip *austrobassioid*.

Pentru aceste diferențe între tipul *suaedoid* şi *austrobassioid*, şi implicațiile lor pentru cele două tipuri de activități fotosintetice (C_3, respectiv C_4), a se vedea lucrarea lui Fisher şi colab. (1997).

Asociată adesea cu *Salicornia europaea*, şi *Suaeda maritima* este o specie higrofilă, foarte puternic alcalinofilă strictă, de la potrivit până la

[22] Diferențele între aceste tipuri anatomice (C_3) sunt foarte mici; adesea, însă, unii autori preiau termeni de la alți autori precedenți, aducând mici modificări. În plus, unele lucrări consultate de noi sunt lipsite de figuri ale secțiunilor transversale prin frunză, aşa că nouă, ca anatomişti, ne este şi mai dificil să ne pronunțăm clar, deoarece nu putem confrunta explicațiile din text cu imagini privind topografia țesuturilor care definesc anumite aranjamente foliare, fie de tip C_3, fie de tip C_4.

puternic şi foarte puternic euhalofilă. Se dezvoltă pe lăcovişti salinizate umede de luncă, uşor colmatabile sau nu; este o plantă cu rădăcină superficială, cu tulpini şi frunze suculente (Bucur şi colab, 1960).

Prodan (1922) o înadra, alături de *Salicornia,* în categoria halofitelor cu „ţesuturi mecanice rudimentare, care recurg prin urmare la turgescenţă pentru a-şi asigura existenţa".

Şerbănescu (1965) o încadra în categoria halofitelor de asociaţii clorurice foarte puternice, umede mai ales în timpul primăverii, până la începutul verii.

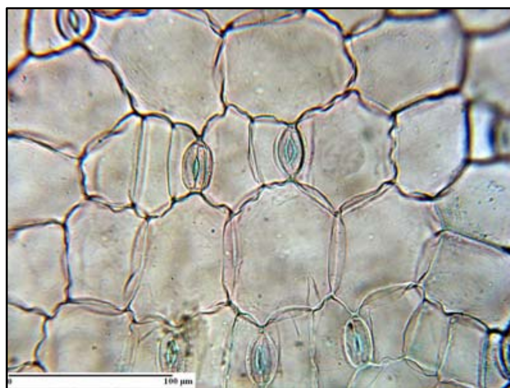


Fig. 376

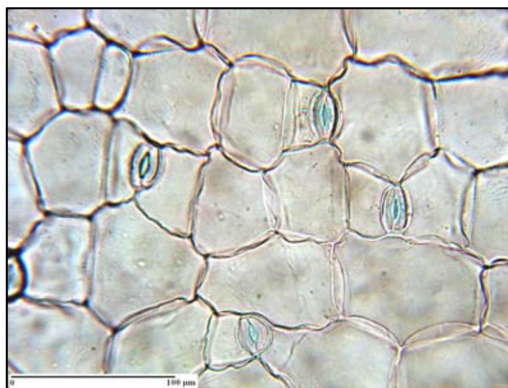


Fig. 377

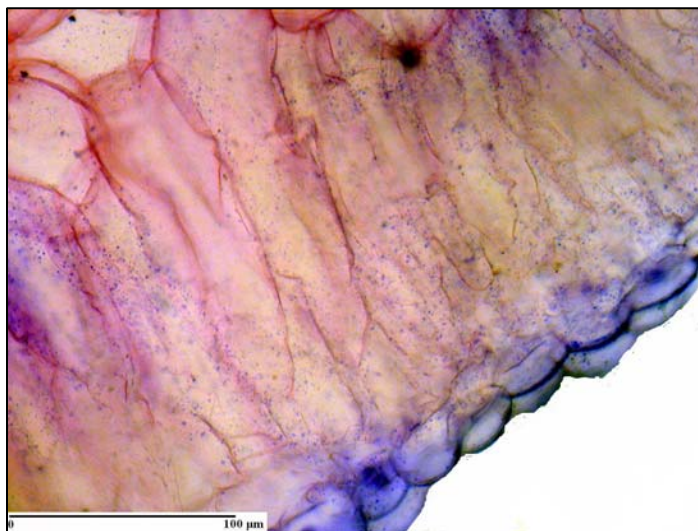


Fig. 378

Suaeda maritima. Epiderma, văzută de faţă (Fig. 376-377) şi secţiune transversală prin limbul foliar (Fig. 378).

Familia Cyperaceae

Bolboschoenus maritimus (L.) Palla ssp. *compactus* (Hoffm.) Drobow

Rizomul (Fig. 379)

Epiderma prezintă celule izodiametrice sau uşor alungite tangenţial, cu peretele intern vizibil bombat şi cu peretele extern mai gros decât ceilalţi.

Hipoderma este de tip sclerenchimatic, formată din celule cu pereţi foarte îngroşaţi, intens lignificaţi şi străbătuţi de numeroase punctuaţii canaliculare; stratul cel mai intern al hipodermei are celule cu lumenul plin cu tanin.

Parenchimul fundamental este de tip meatic, cu celule mari, de formă poligonală şi pline cu granule de amidon; în parenchimul fundamental sunt dispersate dezordonat numeroase fascicule conducătoare de tip colateral închis, înconjurate de câte o teacă sclerenchimatică ale cărei celule au pereţii moderat îngroşaţi şi lignificaţi (Fig. 379).

Liberul este format din tuburi ciuruite şi celule anexe, iar lemnul prezintă vase mici de protoxilem şi vase mai mari de metaxilem, toate separate de celule de parenchim lemnos lignificat. Fasciculele conducătoare din imediata vecinătate a hipodermei sclerenchimatice sunt foarte mici, unele prezentând doar câteva elemente liberiene.

Menţionăm faptul că orientarea liberului şi a lemnului nu este totdeauna normală, adică cu liberul spre exterior şi lemnul spre interior.

Tulpină aeriană – treime superioară (Fig. 380)

Conturul secţiunii transversale este triunghiular.

Epiderma prezintă celule izodiametrice, cu peretele extern vizibil mai îngroşat decât ceilalţi şi acoperit de o cuticulă foarte subţire.

Parenchimul cortical este asimilator, format din aproximativ 6 straturi de celule, dintre care cele ale straturilor externe sunt tipic palisadice (Fig. 380).

Parenchimul central este de tip meatic, format din celule mari, lipsite de cloroplaste şi având valoare de măduvă.

Ţesuturile conducătoare formează numeroase fascicule libero-lemnoase de tip colateral închis, dispuse aproximativ pe două cercuri şi diferind ca mărime. Toate fasciculele au liber spre exterior şi lemn spre interior, fiind înconjurate de câte o teacă sclerenchimatică vizibilă mai cu seamă la periferia liberului, unde celulele ei au îngroşare în formă de

potcoavă, amintind de endoderma de tip terțiar a rădăcinii; la fața internă a lemnului, celulele tecii mecanice au pereții subțiri şi uşor lignificați.

Sub epidermă, în dreptul fasciculelor conducătoare, dar nu în contact cu acestea, se află cordoane de fibre sclerenchimatice cu pereți moderat îngroşați şi lignificați; asemenea cordoane mecanice sunt prezente şi în dreptul celor trei coaste (unghiuri) ale tulpinii.

Tulpină aeriană – treime mijlocie (Fig. 381)

Conturul secțiunii transversale se menține triunghiular; la nivelul epidermei se observă stomate.

Cordoanele hipodermice de sclerenchim sunt mai groase, fasciculele conducătoare sunt mai numeroase şi mai mari, în multe din ele observân du-se cavități acvifere.

Parenchimul asimilator rămâne de tip palisadic (3-4 straturi) spre exterior şi are celule izodiametrice spre interior, formând benzi interfasciculare.

Toate fasciculele (Fig. 381) împlântate în parenchimul asimilator sunt înconjurate de câte o teacă incompletă parenchimatic-incoloră, care se suprapune tecii sclerenchimatice de la periferia liberului.

Tulpina aeriană – treime inferioară (Fig. 382)

Conturul secțiunii transversale se menține triunghiular, dar cu unghiurile rotunjite.

Față de nivelurile analizate mai sus, subliniem următoarele particularități de structură:

- epiderma are celule mici, cu peretele extern uşor mai îngroşat decât ceilalți;
- în poziție hipodermică se află cordoane largi, dar subțiri, de elemente sclerenchimatice, cu pereții moderat îngroşați şi intens lignificați;
- parenchimul fundamental este omogen, de tip meatic, cu celule izodiametrice.

Între fasciculele conducătoare externe, parenchimul se dezorganizează parțial, rezultând cavități aerifere mari (Fig. 382), izodiametrice, în interiorul cărora se observă celule ramificate, astfel încât între ele rămân spații aerifere. Aşadar, vorbim în acest caz de cavități aerifere, ceea ce atestă adaptarea tulpinii la mediul de viață mlăştinos. Astfel de cavități aerifere, dar vizibil mai mici, sunt numeroase şi în parenchimul fundamental central.



Fig. 379



Fig. 380



Fig. 381

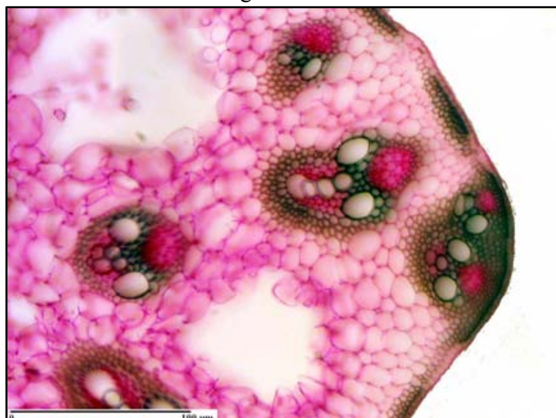


Fig. 382

Bolboschoenus maritimus. Secțiuni transversale prin rizom (Fig. 379) şi prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 380), treime mijlocie (Fig. 381) şi treime inferioară (Fig. 382).

Frunza (Fig. 383-386)

Epiderma, văzută de față prezintă celule poligonal-alungite, cu pereții laterali drepți sau ondulați, formând şiruri longitudinale; în lungul acestor şiruri se observă stomate de tip halteriform. În lungul nervurilor, celulele sunt foarte înguste şi mai lungi, aici lipsind stomatele.

Prin transparență se observă elementele conducătoare cu îngroşări caracteristice (adesea reticulate). La marginile limbului sunt vizibile celule epidermice aculeiforme, cu pereții groşi şi cu aculeul scurt, orientat mai mult sau mai puțin paralel cu suprafața limbului foliar.

Stomatele sunt prezente în ambele epiderme, dar mai numeroase în cea inferioară, deci limbul este amfistomatic.

În secțiune transversală, treime superioară (Fig. 383, 384)**,** conturul limbului are forma literei „V", cu brațele divergente, limitând un şanț larg şi adânc. Nervura mediană proemină puternic la fața inferioară a limbului.

Epiderma prezintă celule izodiametrice, cu peretele extern mai îngroşat decât ceilalți şi acoperit de o cuticulă subțire; din loc în loc se observă stomate. În dreptul nervurii mediane, epiderma are celule mult mai mari, luând aspect de celule buliforme.

Mezofilul este de tip palisadic sub ambele epiderme, formând câte 3-4 straturi de celule relativ joase. La mijlocul limbului, între fasciculele conducătoare, mezofilul are celule izodiametrice; acestea se dezorganizează parțial, rezultând cavități aerifere incomplete între fascicule, ca şi la baza tulpinii aeriene.

Fasciculele conducătoare (Fig. 384) sunt numeroase şi mari, dimensiunile descrescând spre marginile limbului foliar. În dreptul fasciculelor mari, sub ambele epiderme se află câte un cordon de fibre sclerenchimatice foarte subțiri, cu pereții groşi şi uşor lignificați. Toate fasciculele sunt înconjurate de câte o teacă parenchimatică: între ea şi cordoanele de sclerenchim hipodermic se interpun celule mari, parenchimatic-incolore.

În **treimea mijlocie** (Fig. 385), conturul secțiunii se menține acelaşi, dar cu brațele convergente.

În **treimea inferioară** (Fig. 386), limbul este mai gros, iar mezofilul dintre fasciculele conducătoare este persistent (Fig. 386), sau doar pe alocuri în curs de dezorganizare.

Ambele fețe ale limbului sunt uşor vălurate, deoarece cordoanele de sclerenchim hipodermic sunt mai groase şi localizate în mici depresiuni. Tecile parenchimatice perifasciculare sunt mai puțin vizibile.

Această specie este una higrofilă, de mlaştini, alcalinofilă puternică şi neohalofilă puternic tolerantă (Bucur şi colab, 1961). Este o plantă cu rizom bine dezvoltat, ecotip de fâneață şi păşune umedă, dezvoltată pe lăcovişte salinizată de văi umede. Indică lăcovişte calcaroasă argiloasă, humoasă şi humoturboasă, pe cale de înțelenire, pe cale de salinizare sau salinizată, umedă primăvara şi la începutul verii.

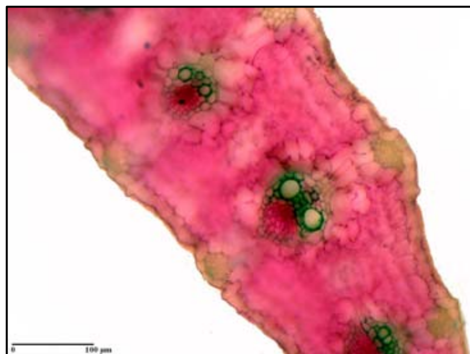
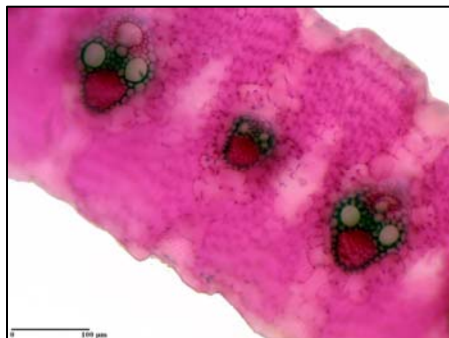

Fig. 383


Fig. 384


Fig. 385


Fig. 386

Bolboschoenus maritimus. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 383, 384), treime mijlocie (Fig. 385) şi treime inferioară (Fig. 386).

Carex distans L.

Rizomul (Fig. 387)

Conturul secțiunii transversale este eliptic, pe alocuri observându-se formarea rădăcinilor adventive pe cale endogenă.

Epiderma are celule ușor alungite tangențial, cu peretele extern mai îngroșat decât ceilalți și acoperit de o cuticulă subțire.

Scoarța este groasă, parenchimatic-amiliferă, de tip meatic. Sub epidermă, din loc în loc se află cordoane de fibre sclerenchimatice, cu pereții puternic îngroșați și intens lignificați.

În grosmea scoarței sunt vizibile, pe alocuri, fascicule conducătoare de tip colateral închis (Fig. 387). Scoarța se termină cu un endodermoid unistratificat, ale cărui celule au toți pereții ușor îmgroșați și intens lignificați. Sub acest endodermoid se află un inel de parenchim celulozic, ce se continuă cu un altul lignificat, în grosimea căruia se observă vase de lemn secționate longitudinal.

În parenchimul fundamental central sunt dispersate numeroase fascicule conducătoare, cele mai multe fiind de tip concentric leptocentric, vasele de lemn formând adesea un singur strat în jurul țesutului liberian.

Tulpină aeriană – treimea superioară (Fig. 388)

Conturul secțiunii transversale este mai mult sau mai puțin trapezoidal.

Epiderma prezintă celule ușor alungite tangențial, cu peretele extern foarte gros, dar acoperit de o cuticulă subțire. Din loc în loc sunt vizibile stomate cu o cameră suprastomatică puțin adâncă, delimitată de cele două celule anexe.

Între scoarță și cilindrul central nu există o limită precisă, de aceea vom preciza structura pe două zone:

- una externă, în care alternează cordoane de sclerenchim hipodermic cu benzi de parenchim asimilator; toate cordoanele de sclerenchim vin în contact direct cu fasciculele conducătoare mari; acestea din urmă alternează cu fascicule mici sau foarte mici, toate prezentând la periferie câte o teacă sclerenchimatică uni- sau pluristratificată la cei doi poli.

- alta internă (centrală), cu numeroase cavități aerifere de mărime diferită, separate de celule parenchimatice.

Toate fasciculele conducătoare sunt de tip colateral închis, liberul fiind format din tuburi ciuruite și celule anexe, iar lemnul din vase de protoxilem (înconjurate de celule de parenchim celulozic) și vase de metaxilem (separate de celule de parenchim lignificat) (Fig. 388).

Toate elementele de sclerenchim, dar mai ales cele ale cordoanelor hipodermice au pereți puternic îngroşați şi în cea mai mare parte lignificați.

Tulpină aeriană – treime mijlocie (Fig. 389)

Conturul secțiunii transversale este trinughiular, având următoarele particularități de structură:

- celulele epidermice au peretele extern mult mai gros, astfel încât lumenul este vizibil redus, de formă dreptunghiulară;

- cordoanele de sclerenchim hipodermic sunt mai groase şi mai intens lignificate, ca şi tecile perifasciculare (Fig. 389);

- arenchimul central este aproape în întregime dezorganizat, rezultând 1-2 cavități aerifere mari.

Tulpină aeriană – treime inferioară (Fig. 390)

Conturul secțiunii transversale se menține asemănător, dar cordoanele de sclerenchim hipodermic sunt mai groase (Fig. 390), inelul de sclerenchim hipodermic este mai gros, iar parenchimul central este persistent, de tip meatic.

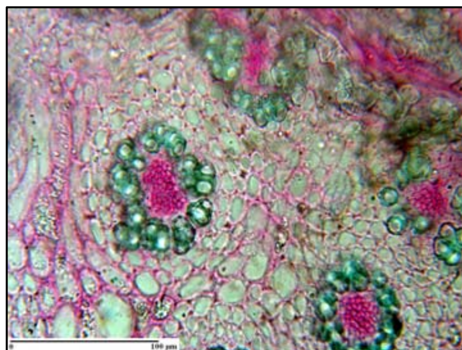


Fig. 387



Fig. 388

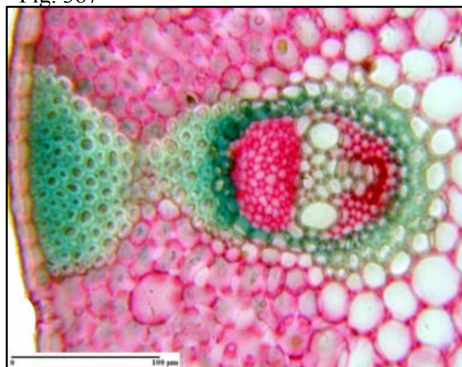


Fig. 389



Fig. 390

Carex distans. Secțiuni transversale prin rizom (Fig. 387) şi prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 388), treime mijlocie (Fig. 389) şi treime inferioară (Fig. 390).

Frunza (Fig. 391-396)

Teaca foliară (Fig. 391) este închisă, având acelaşi contur ca şi tulpina în secţiune transversală.

Epiderma externă are celule cu peretele extern mai gros decât ceilalţi şi acoperit de o cuticulă subţire. Epiderma internă are celule izodiametrice, cu peretele extern mai puţin îngroşat şi acoperit de o cuticulă mai subţire, „trimiţând" între celule lame groase, de formă dreptunghiulară în secţiune transversală.

Mezofilul este omogen în cea mai mare parte, asimilator, exceptând două straturi de sub epiderma internă, ale căror celule sunt incolore sau foarte sărace în cloroplaste. Între fascicule, mezofilul s-a dezorganizat complet, rezultând numeroase cavităţi aerifere mari (Fig. 391).

Ţesuturile conducătoare formează numeroase fascicule libero-lemnoase; cele mai multe sunt mari şi în contact direct cu stâlpii (cordoanele) groşi de sclerenchim, formaţi din celule (fibre) cu pereţii puternic îngroşaţi şi intens lignificaţi; asemenea cordoane se află şi la faţa internă a lemnului, iar pe flancurile fasciculelor se continuă doar cu un strat de celule moderat sclerificate şi lignificate.

Limbul (Fig. 392-396)

Epiderma văzută de faţă este formată din celule poligonal-rotunjite, cu pereţii laterali fin ondulaţi, formând şiruri longitudinale în lungul cărora se observă stomate. În epiderma superioară, celulele sunt mai scurte şi mai largi, iar stomatele lipsesc, deci limbul este hipostomatic.

În lungul nervurilor, celulele sunt foarte înguste şi mult alungite, cu pereţii laterali drepţi.

În **secţiune transversală, treimea superioară** (Fig. 392, 393)**,** conturul limbului foliar are forma literei „V", cu braţele puternic divergente, uneori aflate chiar în acelaşi plan (Fig. 392).

Nervura mediană proemină puternic la faţa inferioară a limbului; la acest nivel, celula epidermică mediană şi cea inferioară au forma unui păr aculeiform, cu pereţii foarte groşi; celulele epidermice superioare sunt foarte mari, rezultând un arc de celule buliforme în dreptul nervurii mediane (Fig. 392).

Aceste celule buliforme sunt larg răspândite la graminee, iar rolul şi semnificaţia lor ecologică sunt larg discutate. Au fost folosite şi ca un criteriu taxonomic la anumite grupuri de plante (Metcalfe, 1971).

S-au făcut multe interpretări în ceea ce priveşte rolul acestor celule. Haberlandt (1896) afirma că modificările higroscopice în turgescența celulelor buliforme produc mişcări de modificare a suprafeței foliare la frunzele xerofitelor. Alți autori au fost de părere că aceste celule buliforme au rol de depozitarea a apei (Prat, 1948; Eleftheriou şi Noistakis, 1978; Vecchia et al., 1998), putând participa la „expansiunea" frunzelor tinere. Implicarea lor în înrularea sau plierea frunzelor mature, din cauza stresului hidric, a fost discutată de alți autori (Shields, 1951; Jane şi Chiang, 1991). Se pare că în condiții de pierderi intense de apă, celulele buliforme, împreună cu celulele incolore, îşi pierd turgescența şi permit frunzelor să se înruleze sau să se plieze (Esau, 1965).

Clayton şi Renvoize (1986, cit. de Alvarez et al., 2008) au precizat că celulele buliforme favorizează pătrunderea luminii în celulele mezofilului. Deşi, în anumite situații, celulele buliforme nu sunt active sau corelate neapărat cu înrularea şi mişcările higroscopice ale frunzelor, de vreme ce acumulează mari cantități de siliciu, iar pereții lor externi pot să fie îngroşați şi cutinizați, devenind astfel rigizi (Ellis, 1976).

În condiții de stres hidric, unele specii precum: *Loudetiopsis chrysothrix* şi *Tristachya leiostachya* au manifestat înrularea frunzelor (Alvarez et al., 2008). Molulia (1994, cit. de Alvarez et al., 2008) era de părere că înrularea frunzelor are valoarea adaptativă, reducând intercepția luminii, transpirația, protejând frunzele de deshidratare şi supraîncălzire. Ar fi un mecanism menit să reducă expunerea la razele solare şi care poate duce la micşorarea transpirației, prin menținerea stomatelor într-un microclimat cu umiditate ridicată, prevenind uscăciunea (Clarke, 1986; Silva et al., 2001).

Şi alte specii, în condiții de stres hidric, prezintă, printre alte adaptări, celule buliforme mari, între care şi *Carex ligerica* (Toma şi Dumitru, 1973) porumbul (Ristic et al., 1991), fasolea (Silva et al., 1999), tomatele (Sam et al., 2000).

Nawazish et al. (2006) au arătat că celulele buliforme de la o specie recoltată din habitate xerice şi saline, *Cenchrus ciliaris*, erau mai dezvoltate în condiții de uscăciune severă şi s-a presupus că aceste structuri joacă un rol crucial în medii cu umiditate scăzută şi sunt responsabile pentru înrularea frunzelor şi controlul pierderilor de apă la suprafața frunzei (Albernethy et al., 1998; Alvarez et al., 2003).

Ellis (1976) sugera prudență în extrapolarea acestor interpretări; Shields (1951) descria sclerenchimul subepidermic şi alte elemente ale mezofilului ca fiind mai degrabă implicate în înrularea frunzelor, decât celulele epidermice buliforme, la unele specii de xerofite.

Pentru noi, altă discuție ni se pare provocatoare. Majoritatea interpretărilor făcute în legătură cu aceste celule buliforme converg către caracterul xeric al acestora, către legătura dintre stresul hidric şi funcția celulelor buliforme. Dar, interpretările făcute de noi, caracterizarea ecologică făcută de alți autori în legătură cu speciile pe care le-am investigat, cât mai ales observațiile pe care le-am notat în teren, converg în altă direcție: toate speciile de halofite investigate (în plus, şi *Puccinellia distans, Juncus gerardi, Bolboschoenus maritimus*, la care sunt prezente celule buliforme) sunt plantede habitate umede, deci higrohalofite. Deci, o aparentă contradicție? Credem că nu. De fapt, interpretările trebuie făcute integrator, ținând seama de multitudinea factorilor de mediu, de intensitatea lor şi, mai ales, de caracterul de permanență sau intermitență al acțiunii asupra plantelor.

Unii autori străini (Sculthorpe, 1967; Font-Quer, 1970, cit. De Arriaga şi Jacobs, 2006), folosesc termenul de plante „amfibii" pentru a desemna acele specii care pot trăi pe soluri uscate, inundate însă o anumită perioadă a anului. Aceste specii manifestă, în sens structural şi ecologic, trăsături de tranziție între plantele terestre şi cele acvatice. Plantele investigate de noi, şi la care ne referim, ar putea fi încadrate în aceeaşi categorie[23]: ele sunt specii de higro-halofite, însă caracterul umed al habitatelor este relativ şi nu este constant; am observat aceste specii şi în condiții de uscăciune, prin evaporarea apei, datorită unor perioade de secetă prelungită. Doar astfel ne putem explica prezența acestor caractere xerice la plante catalogate ca higrofile; ele sunt, de fapt, dacă este să preluam această definiție, halofite amfibii. Unele dintre speciile enumerate au şi cavități aerifere, ceea ce este un caracter de higrofitism. Este, credem, un aspect care a scăpat multor autori, dar este esențial în a înțelege adaptările unor plante sub influența mai multor factori, nu a unuia singur, care nu are niciodată valori constante, statice.

Fireşte, problematica pe care am ridicat-o în aceste rânduri este mult mai complicată. Ceea ce poate să fascineze mai mult sunt corelațiile evolutive, deoarece se ştie că sunt teorii care sugerează că diferite grupe de angiosperme au „reținut" diferite niveluri de plasticitate care se manifestă sub forma unor abilități caracteristice de a se adapta unor medii acvatice, de pildă.

[23] Este o problemă de deplasare a accentului, atunci când interpretăm definiția citată; noi afirmăm că este vorba de specii de locuri umede, care se pot usca temporar; autorii menționați afirmă că este voirba de specii de locuri uscate, inundate temporar; dar, în fond, este vorba de manifestarea aceluiaşi factor, umiditatea solului, ale cărei valori şi durată de acțiune sunt diferite (n. n.)

Exceptând celulele buliforme, epiderma prezintă celule izodiametrice, vizibil mai mici la fața inferioară a limbului unde, din loc în loc, se observă stomate. În ambele epiderme, celulele au peretele extern mai îngroşat decât ceilalți şi acoperiți de o cuticulă subțire.

Mezofilul este omogen, format din celule izodiametrice, rotunjite, unele din mijlocul țesutului asimilator fiind mult mai mari (Fig. 393).

Țesuturile conducătoare formează numeroase fascicule de tip colateral închis şi de mărime diferită, cele mai multe sprijinindu-se de cele două epiderme prin intermediul unor stâlpi de sclerenchim formați din elemente cu pereți moderat îngroşați şi lignificați (Fig. 393).

În **treimea mijlocie** (Fig. 394), conturul secțiunii se menține acelaşi, ca de altfel întreaga structură a limbului.

În **treimea inferioară** (Fig. 395-396), față de nivelurile menționate mai sus, celulele epidermice sunt mult mai mari. La marginile limbului, celulele epidermice au peretele extern foarte gros.

Parenchimul asimilator de la fața superioară are celulele uşor înalte (cel puțin în stratul hipodermic), luând un aspect uşor palisadic.

La mijlocul mezofilului sunt vizibile grupe de celule foarte mari, lipsite de cloroplaste, rezultând un parenchim incolor (Fig. 396).

Prodan (1922) aprecia că această specie este una de locuri umede sărate, cu sol argilos, dar şi de sol puțin nisipos. Este o specie higrofilă, dar uneori se creează condiții de uscăciune a solului prin desecarea şi evaporarea apei, în urma unor perioade de uscăciune prelungite. Despre acest aspect şi implicațiile lui anatomo-ecologice vom vorbi în rândurile următoare.



Fig. 391



Fig. 392



Fig. 393

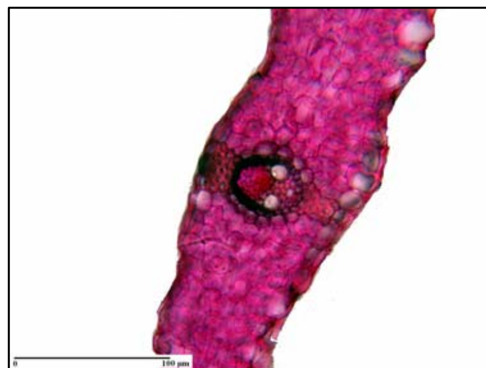


Fig. 394

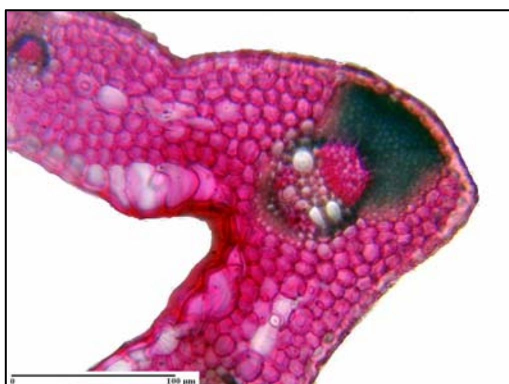


Fig. 395



Fig. 396

Carex distans. Secțiuni transversale prin teaca limbului (Fig. 391) şi prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 392-393), treime mijlocie (Fig. 394) şi treime inferioară (Fig. 395, 396).

Familia Iridaceae

Iris halophila Pall.

Rizom (Fig. 397, 398)

Epiderma prezintă celule izodiametrice, cu peretele extern uşor mai îngroşat decât ceilalţi.

Scoarţa este foarte groasă, diferenţiată în 2 subzone.

- una externă (5-7 straturi), cu celule bogate în granule de amidon, având pereţii moderat îngroşaţi;

- alta internă, mult mai groasă, cu celule bogate în tanin; pe alocuri, această pătură groasă de celule taninifere ne apare cu invaginaţii adânci în parenchimul fundamental.

Cilindrul central este foarte gros, cu un parenchim fundamental celulozic, de tip meatic, în care se află dispersate numeroase fascicule conducătoare libero-lemnoase (Fig. 397), unele de tip colateral închis spre exterior, altele de tip concentric leptocentric, spre interior, toate având vase de lemn cu pereţii îngroşaţi şi intens lignificaţi. În grosimea parenchimului fundamental am observat şi numeroase celule cu cristale simple de oxalat de calciu (Fig. 398); celulele componente sunt bogate în granule de amidon, de mărime şi formă foarte diferite.

Pe unele secţiuni, în grosimea scoarţei parenchimatic-celulozice am observat numeroase fascicule conducătoare şi cristale simple de oxalat de calciu, unele puternic alungite radiar.

Tulpină aeriană – treime superioară (tija, sau axa inflorescenţei) (Fig. 399-401)

Epiderma prezintă celule izodimetrice şi izomorfe, cu pereţii intern şi extern mai îngroşaţi decât ceilalţi; peretele extern este acoperit de o cuticulă relativ groasă. Din loc în loc se observă stomate cu cameră suprastomatică relativ adâncă (Fig. 399). La unele celule epidermice, peretele extern proemină vizibil în partea lui mediană, rezultând un monticul, de unde şi aspectul papiliform al acestor celule.

Scoarţa este relativ subţire (8-9 straturi), de tip meatic, straturile externe având celule moderat colenchimatizate; din loc în loc se află fascicule conducătoare mici (subţiri), înfipte în parenchimul cortical (Fig. 400) sau în contact direct cu inelul de sclerenchim periciclic, toate fiind de

tip colateral închis şi prezentând câte un cordon de fibre sclerenchimatice la periferia liberului.

Cilindrul central începe cu un periciclu pluristratificat, sclerenchimatic, având elemente cu peretele puternic îngroşat şi intens lignificat (Fig. 401). În cilindrul central se află numeroase fascicule conducătoare libero-lemnoase de tip colateral închis, dispersate neregulat, cele mai mari aflându-se spre centrul organului, cele mai mici în contact cu inelul de sclerenchim periciclic, între el şi cordonul lor perifloemic de celule mecanice (Fig. 401).

Toate fasciculele au la periferia floemului câte un cordon de fibre sclerenchimatice cu peretele puternic îngroşat şi intens lignificat. Liberul cuprinde tuburi ciuruite şi celule anexe, iar lemnul are vase de diametru diferit, înconjurate ori separate de celule de parenchim lemnos celulozic. Parenchimul fundamental al cilindrului central este în cea mai mare parte lignificat, celulele componente având însă pereți subțiri ori moderat îngroşați.

Tulpină aeriană – treime mijlocie (Fig. 402, 403)

Structura diferă față de nivelul anterior analizat prin următoarele trăsături:

- în parenchimul cortical (Fig. 402) sunt numeroase fascicule conducătoare, cele mai multe fiind mari şi în contact cu inelul de sclerenchim periciclic;
- în cilindrul central, parenchimul fundamental extern este vizibil sclerificat şi lignificat.
- inelul de sclerenchim periciclic are elemente cu peretele extrem de îngroşat;
- numărul fasciculelor conducătoare este mult mai mare, toate fiind dispersate neregulat şi având structura din treimea superioară a tulpinii.

Tulpină aeriană – treime inferioară (Fig. 404, 405)

Structura rămâne asemănătoare cu cea de la nivelurile anterior analizate, cu următoarele deosebiri:

- cuticula este mai groasă; stomatele nu mai prezintă cameră suprastomatică (Fig. 405);
- parenchimul cortical este mai subțire, stratul cel mai intern având celule cu pereții mai îngroşați şi lignificați;
- inelul de sclerenchim periciclic este mai gros, cu mai puține fascicule înfipte în el;
- parenchimul fundamental al cilindrului central este mai intens lignificat;

- numărul fasciculelor conducătoare este mai mare, toate cu câte un cordon perifloemic de fibre sclerenchimatice mai gros (Fig. 404).

- fasciculele externe ale cilindrului central sunt adânc înfipte în inelul de sclerenchim trecerea de la acesta la parenchimul sclerificat şi lignificat făcându-se treptat.

Pedunculul florii şi fructului

Structura este asemănătoare cu cea a tulpinii, din treimea ei superioară, deosebind:

- contur eliptic al secțiunii transversale;

- celule epidermice mici, turtite tangențial şi acoperite de cuticulă;

- parenchim cortical subțire (5 straturi), ultimele 2 straturi având celule cu pereți moderat îngroşați şi lignificați;

- nu se observă fascicule conducătoare corticale;

- inel de sclerenchim periciclic puternic sclerificat şi lignificat, ce cuprinde o serie de fascicule mici, complet înfipte în el şi o serie de fascicule mari, care pătrund cu liberul în el;

- tot parenchimul fundamental al cilindrului central este moderat sclerificat şi intens lignificat;

- fasciculele conducătoare, în număr mare sunt dispersate neregulat în parenchimul menționat, cele interne fiind mai vizibile decât cele aflate în contact cu inelul de sclerenchim periciclic.

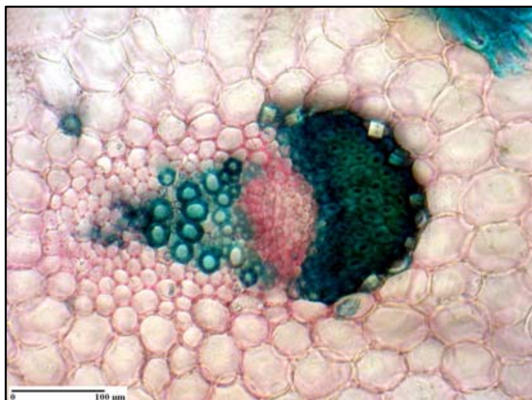


Fig. 397



Fig. 398

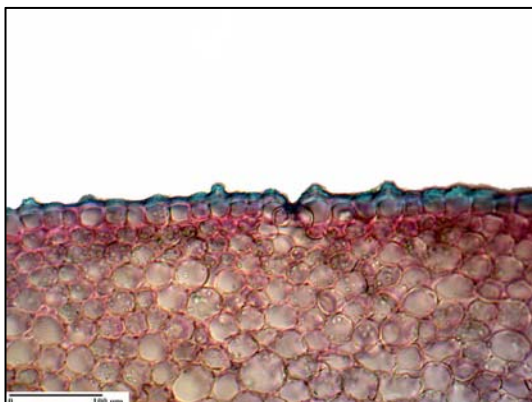


Fig. 399

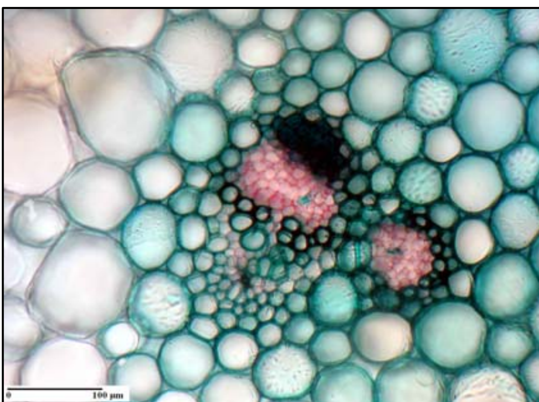


Fig. 400



Fig. 401

Iris halophila. Secțiuni transversale prin rizom (Fig. 397-398) şi prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 399-401).

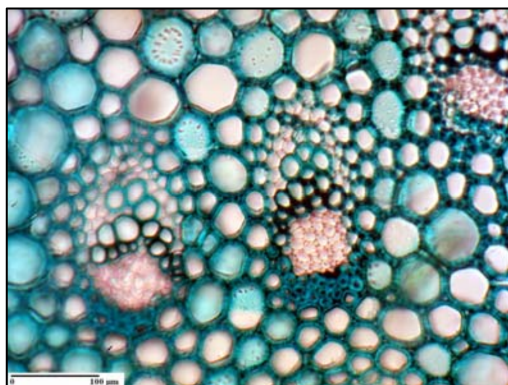


Fig. 402

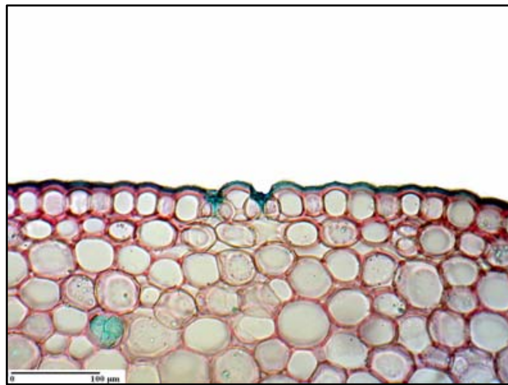


Fig. 403

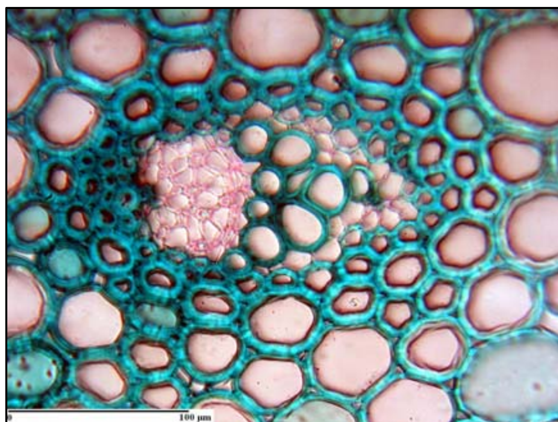


Fig. 404

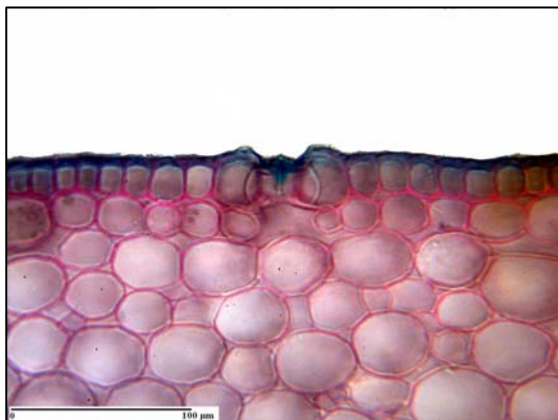


Fig. 405

Iris halophila. Secțiuni transversale prin tulpina aeriană, treime mijlocie (Fig. 402, 403) şi treime inferioară (fig. 404, 405).

Frunza (Fig. 406-413)

Epiderma inferioară văzută de față (Fig. 406) are celulele poligo-nal-alungite, cu pereții laterali drepți; între ele se află numeroase stomate (Fig. 406). În lungul nervurilor, celulele sunt mai lungi, iar stomatele lipsesc.

În **treimea superioară** (Fig. 407, 408), **limbul** are o structură monofacială. În secțiune transversală are formă de panglică, cu marginile rotunjite, cu un cordon foarte gros de fibre sclerenchimatice sub epidermă.

Epiderma, inferioară pe ambele fețe, are celule izodiametrice, cu peretele extern mult mai gros şi acoperit de cuticulă; pe alocuri, celulele au peretele extern foarte bombat, devenind aproape papiliforme (Fig. 408). Din loc în loc se află stomate cu o cameră suprastomatică puțin adâncă.

Mezofilul este de tip palisadic (uni- sau bistratificat) sub epiderma ambelor fețe şi de tip lacunos, acvifer, format din celule foarte mici, lipsite de cloroplaste, la mijloc.

Țesuturile conducătoare formează numeroase fascicule libero-lemnoase colateral închise, cu lemnul față în față, cu liberul spre epidermă, cu câte un cordon foarte gros de fibre sclerenchimatice la polul floemic (Fig. 408); cordoanele mecanice (sclerenchim puternic lignificat) sunt separate de epidermă printr-un strat de celule parenchimatic-celulozice foarte mici.

Liberul cuprinde tuburi ciuruite şi celule anexe, iar lemnul are vase înconjurate de puține celule de parenchim lemnos celulozic. Între unele fascicule opuse se află câteva elemente de sclerenchim, cu pereții moderat îngroşați, dar nelignificați.

Pe alocuri, celulele parenchimului incolor central sunt în curs de dezorganizare, schițându-se cavități aerifere de contur neregulat. Cordoanele foarte groase de sclerenchim marginal au celule cu pereți extrem de groşi, dar celulozici (Fig. 407); sub ele, mezofilul este omogen şi relativ compact, în întregime colenchimatizat.

În **treimea mijlocie** (Fig. 240), limbul este mai gros, cu marginile mai ascuțite, structura păstrându-se în general aceeaşi, cu următoarele deosebiri:

- fasciculele conducătoare diferă ca mărime, alternând unele foarte mari cu altele foarte mici, toate având dispoziție opusă, cu lemnul față în față, îndreptat spre mijlocul limbului, acolo unde ar fi trebuit să fie fața superioară;
- parenchimul asimilator este mai subțire, cu celule mai joase, uneori izodiametrice;

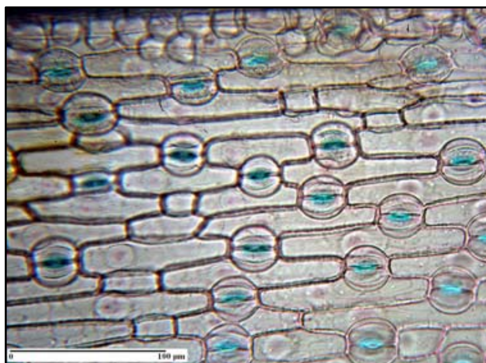
- parenchimul central, incolor, acvifer (Fig. 410) este mai gros, cu celule mai mari, adesea în curs de dezorganizare;
- fasciculele conducătoare mari sunt mult depărtate între ele şi separate prin benzi de parenchim de tip meatic, care separă zonele de parenchim acvifer;
- toate fasciculele au cordoanele de sclerenchim perifloemic foarte groase şi intens lignificate (Fig. 409);
- la marginile limbului, celulele epidermice au cuticula mai groasă;
- la una din margini, care corespunde nervurii mediane, se află un fascicul foarte mic, suprapus altuia foarte mare, ambele având lemnul orientat spre parenchimul acvifer central, deci spre locul unde la baza frunzei se află încă fața adaxială, care a fost complet înlocuită cu fața abaxială.

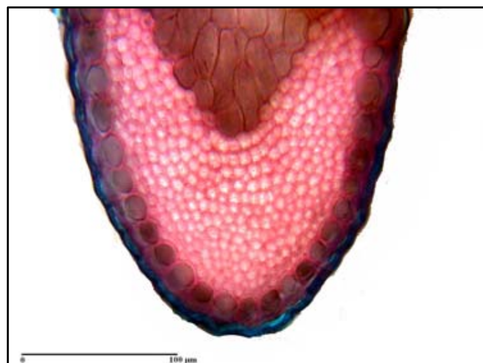
În **treimea inferioară** (Fig. 411-413)**,** adică la nivelul tecii, cu jgheab vizibil la fața adaxială, conturul secțiunii transversale are forma literei „V”, cu brațele foarte apropiate, delimitând un şanț adaxial adânc (Fig. 411). Atât nervura mediană, cât şi marginile feței adaxiale sunt înguste, cele din urmă fiind reduse doar la cele două epiderme.

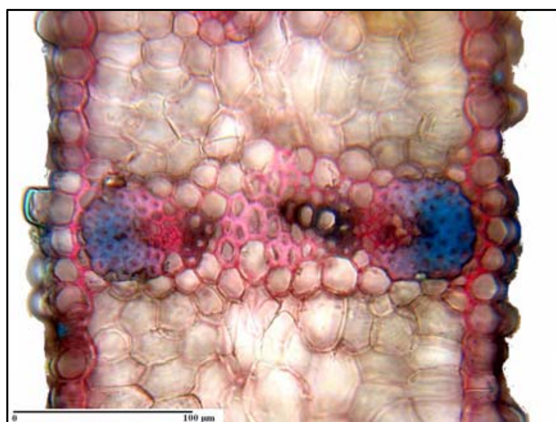
Şi la acest nivel, fasciculele conducătoare (cu lemnul față în față), alternează unele mari cu altele mai mici, toate fiind puternic alungite şi cu câte un cordon perifloemic de fibre sclerenchimatice (Fig. 413).

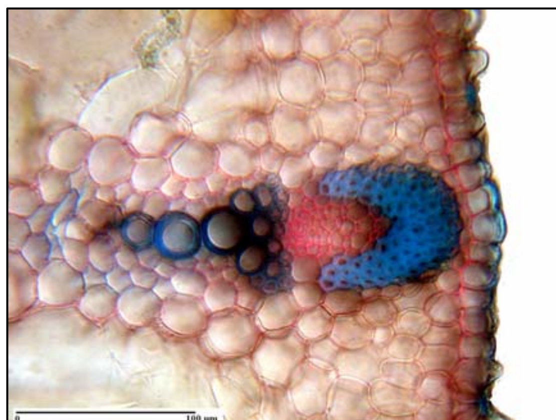
În nervura mediană, cordonul de sclerenchim celulozic este mai subțire decât la nivelul limbului, fasciculele conducătoare au cordoane perifloemice de elemente mecanice cu pereții extrem de subțiri şi slab lignificați , toate cu lemnul îndreptat spre fața adaxială; de la ele şi până la şanțul adaxial se află o bandă lată, compactă, de elemente cu meaturi mici între ele. Parenchimul cortical incolor, acvifer, este în curs de dezorganizare (Fig. 412), unele din celulele componente prezentând cristale simple de oxalat de calciu.

Aşa cum am precizat într-o contribuție publicată anterior (Grigore şi Toma, 2007c), *Iris halophila* este o specie pe care am colectat-o de pe un teren sărăturat cu predispoziție la colmatare, la inundare chiar; la acea dată însă, terenul era uscat. Planta are rizomi groşi, rezistenți la asfixie (Bucur şi colab., 1960). N-ar fi exculs ca celulele taninifere din scoarța internă să confere plantei tocmai această rezistență la putrezire a rizomului în perioadele inundabile, colmatabile, atunci când el este supus şi asfixiei, prin lipsa sau deficiența în oxigen. Se pare deci că această specie are un spectru ecologic mai larg, ea rezistând atât perioadelor cu umiditate ridicată a solului, cum ar fi primăvara, cât şi perioadelor de uscăciune din timpul verii. Am remarcat în acest sens adaptări cu valoare xeromorfică (stomate cu cameră suprastomatică, formațiuni acvifere la nivelul limbului foliar).


Fig. 406


Fig. 407


Fig. 408


Fig. 409

Iris halophila. Epiderma inferioară văzută de faţă (Fig. 406) şi secţiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 407, 408) şi treime mijlocie (Fig. 409).



Fig. 410

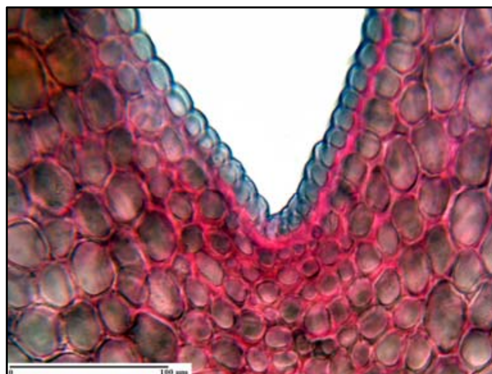


Fig. 411

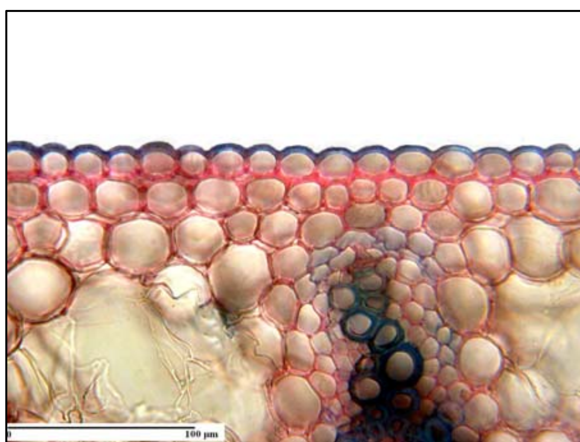


Fig. 412

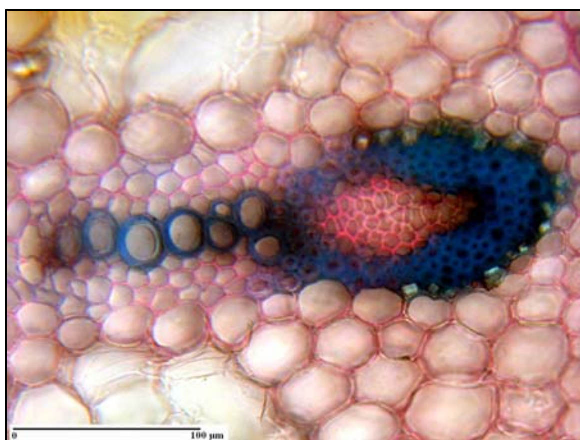


Fig. 413

Iris halophila. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime mijlocie (Fig. 410) şi treime inferioară (Fig. 411-413).

Familia *Juncaceae*

Juncus gerardi Loisel.

Rizomul (Fig. 414, 415)

Epiderma prezintă celule de mărime diferită, cu peretele extern uşor mai îngroşat decât ceilalţi şi necutinizat; unele celule proemină uşor sub formă de aculei.

Scoarţa este groasă şi cuprinde 4 subzone diferite:

- pătură externă, bi- sau tristratificată, cu celule având pereţii subţiri şi lăsând între ele meaturi foarte mici;
- un inel mecanic cu celule având pereţii uniform şi moderat îngroşaţi, dar nelignificaţi; aceste celule sunt încă pline cu conţinut;
- o zonă parenchimatică cu numeroase canale aerifere (Fig. 414), separate de benzi de celule izodiametrice, bogate în granule de amidon şi lăsând între ele meaturi;
- o endodermă de tip terţiar, cu celule având pereţii intern şi laterali puternic îngroşaţi şi intens lignificaţi; am comentat în rândurile de mai sus semnificaţia şi rolul endodermei, implicată în rezistenţa şi toleranţa la săruri.

Cilindrul central este relativ gros şi cuprinde numeroase fascicule conducătoare libero-lemnoase, dispersate neregulat în masa fundamentală de parenchim celulozic de tip meatic. Unele din fasciculele externe sunt de tip colateral închis, iar cele mai multe sunt de tip concentric leptocentric (Fig. 415).

Tulpină aeriană – treime superioară (Fig. 416 şi 419)

Epiderma prezintă celule uşor alungite tangenţial, cu peretele extern mult mai gros decât ceilalţi, dar acoperit de o cuticulă subţire; din loc în loc se observă stomate.

Scoarţa este relativ subţire, parenchimatic-asimilatoare, formată din 5-7 straturi de celule izodiametrice, cu meaturi mici între ele.

Cilindrul central cuprinde un inel sinuos de sclerenchim, în care sunt înfipte fasciculele conducătoare şi o măduvă foarte groasă, parenchimatic-celulozică, de tip meatic.

Fasciculele conducătoare sunt de 2 categorii:

- unele foarte mici, externe, cu câte un cordon subţire de fibre sclerenchimatice la periferia liberului şi cu lemnul inclus în inelul sinuos de sclerenchim;
- altele mult mai mari, incluse complet în inelul sinuos de sclerenchim (mai gros la periferia liberului şi între fascicule, mai subţire la faţa internă a liberului).

În fasciculele mici este distinct doar liberul, format din tuburi ciuruite şi celule anexe, vasele de lemn confundându-se ca formă, mărime şi grad de sclerificare cu elementele inelului de sclerenchim.

Fasciculele mari sunt, la rândul lor, de 2 categorii: unele ceva mai mici, altele ceva mai mari, alternând unele cu altele, cele din urmă proeminând vizibil în măduvă.

Ambele categorii de fascicule sunt de tip colateral închis, liberul cuprinde tuburi ciuruite şi celule anexe, iar lemnul, două vase mari de metaxilem (între care se observă câteva celule de parenchim lemnos sclerificat şi lignificat) şi câteva vase de protoxilem (înconjurate de celule de parenchim lemnos celulozic).

Aşadar, în ansamblu, fasciculele conducătoare sunt dispuse pe aproximativ 3 cercuri concentrice, cele ale cercului intern fiind adânc înfipte în măduvă, uneori pierzând contactul cu inelul sinuos de sclerenchim.

Măduva are celule mult mai mari decât cele ale scoarței, unele fiind în curs de dezorganizare, lăsând loc unor mici cavități aerifere, de contur neregulat.

Tulpină aeriană – treime mijlocie (Fig. 417, 420)

Epiderma prezintă celule mai mari, cu peretele extern foarte gros.

Scoarța este mai groasă şi în întregime de tip palisadic, cuprinzând aproximativ 4 straturi de celule înalte şi bogate în cloroplaste. Stratul intern al scoarței reprezintă un endodermoid (Fig. 417) format din celule izodiametrice, aflate în contact direct cu puținele elemente de sclerenchim ale cordoanelor perifloemice şi continuându-se între fasciculele mici.

În cilindrul central sunt puține diferențe față de nivelul mai sus analizat:

- fibrele de sclerenchim perifloemic au pereții mai subțiri şi mai slab lignificați;
- vasele de lemn ale fasciculelor mici sunt vizibile, având pereții mult mai subțiri decât ai fibrelor de sclerenchim de la fața lor internă;
- vasele de protoxilem ale fasciculelor mari şi mijlocii au pereții mai subțiri şi mai slab lignificați;
- zona de sclerenchim de la fața internă a fasciculelor mari este foarte subțire, adesea chiar unistratificată.

În măduvă sunt vizibile mai multe celule în curs de organizare.

Tulpină aeriană – treime inferioară (Fig. 418, 421)

Structura este mult asemănătoare cu cea din treimea superioară, dar: scoarța este parenchimatic asimilatoare, dar cu celule izodiametrice (Fig. 418); din loc în loc, sunt insule de celule mult mai mari, lipsite de cloroplaste;

inelul de sclerenchim este mai gros, fibrele având pereții extrem de groşi şi intens lignificați.

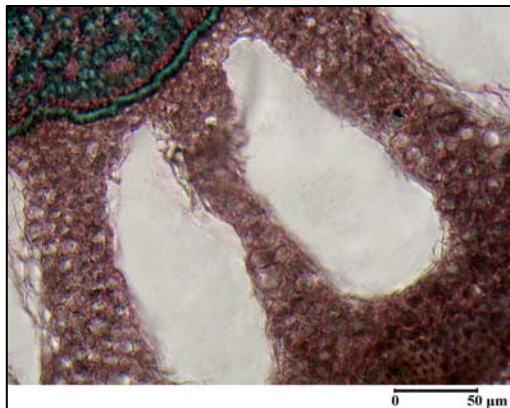


Fig. 414

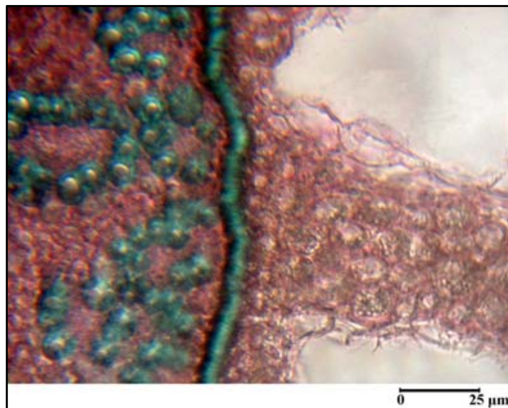


Fig. 415

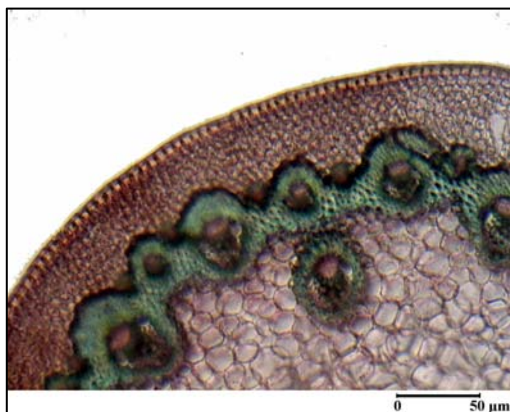


Fig. 416

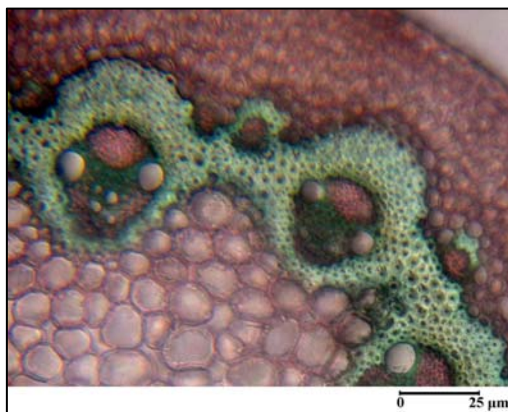


Fig. 417

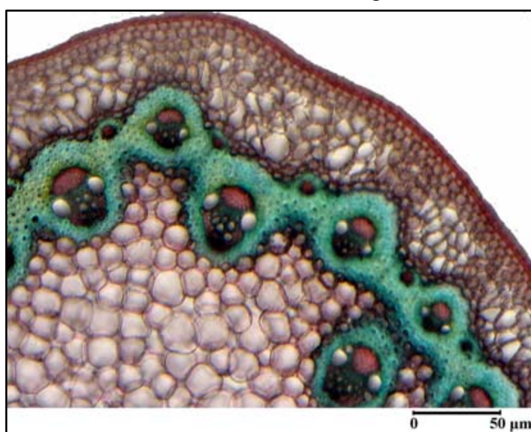
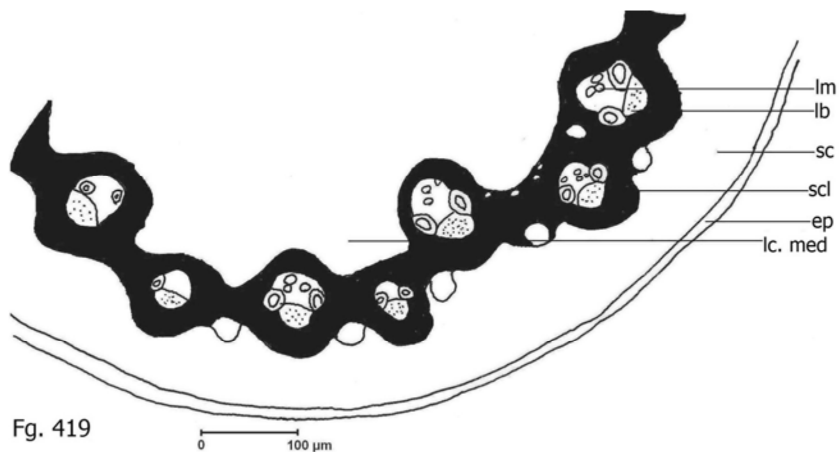
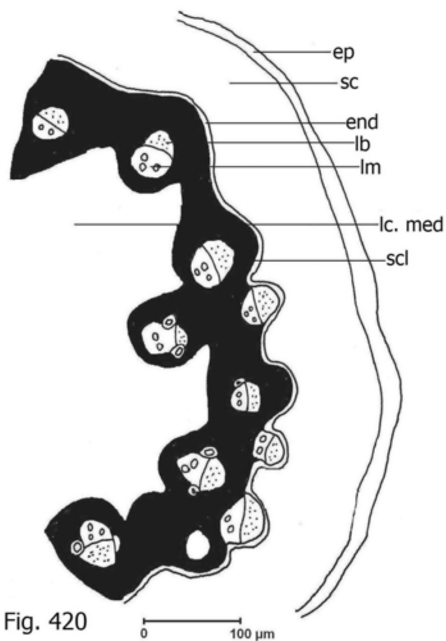
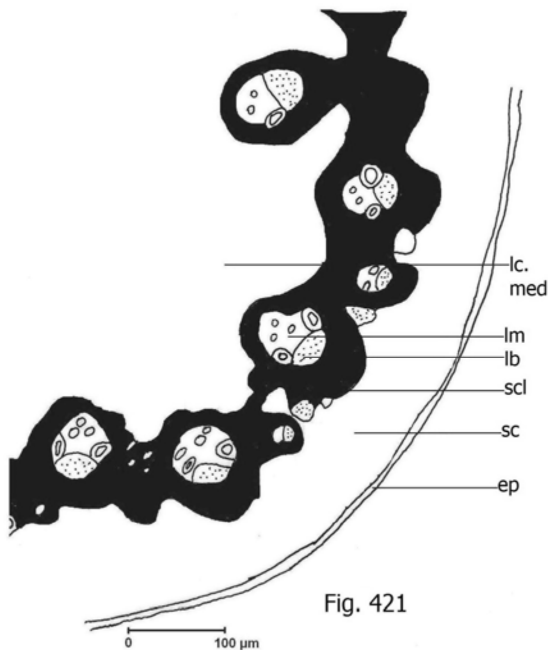


Fig. 418

Juncus gerardi. Secțiuni transversale prin rizom (Fig. 414, 415) şi prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 416), treime mijlocie (Fig. 417) şi treime inferioară (Fig. 418).







Juncus gerardi. Secțiuni transversale prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 419), treime mijlocie (Fig. 420) şi treime inferioară (Fig. 421): scheme.

Frunza (Fig. 422-433)

Teaca (Fig. 424-428)[24]

Epiderma văzută de față (Fig. 422, 423, 431, 432) are pe *fața superioară* celule dreptunghiulare, cu pereții laterali uşor ondulați şi îngroşați; din loc în loc se observă punctuații simple (Fig. 422 şi Fig. 431). La marginile tecii, celulele sunt lungi şi mai înguste, cu pereții mai slab ondulați.

Pe *fața inferioară,* celulele sunt de aceeaşi formă şi mărime ca şi la fața opusă. Benzile de celule epidermice alternează cu benzi mai late, în care se află atât stomate, cât şi celule epidermice mai scurte. Stomatele au celule reniforme şi sunt mărginite de câte 2 celule anexe; deci, aparatul stomatic este de tip biperigen (Fig. 423 şi Fig. 432).

În secțiune transversală prin teacă, treime superioară (Fig. 424, 425, 433)

Conturul secțiunii transversale are formă dreptunghiulară, cu una din laturi ascuțită.

Numărul de stomate în epiderma inferioară este mai mare pe unitatea de suprafață, iar peretele extern al celulelor epidermice este gros; la fața superioară, latura ascuțită prezintă celule asemănătoare celor de la fața inferioară.

Benzile de sclerenchim hipodermic adaxial sunt mici. Numărul fasciculelor conducătoare este mic, distingând 3 grupe a câte 3 fascicule şi alte 2 fascicule de mărime intermediară, aflate între ele.

Mezofilul este compact, complet palisadic (fig. 424); doar pe alocuri se observă începutul dezorganizării unor celule, fără a se fi conturat încă veritabile cavități aerifere (Fig. 425).

În **treimea mijlocie** (Fig. 426, 427 434), țesutul palisadic de la fața inferioară cuprinde 2-4 straturi, iar cel de la fața superioară, 2-3 straturi de celule, toate de aceeaşi mărime.

În **treimea inferioară** (Fig. 428, 434) teaca are formă semilunară, cu fața adaxială vizibil concavă.

Epiderma este total diferită pe cele 2 fețe ale tecii:

[24] Cum bine se cunoaşte, frunzele speciilor de *Juncus* sunt reduse doar la teci.

- epiderma inferioară prezintă celule mici, uşor alungite tangenţial, cu peretele extern mai gros decât ceilalţi şi acoperit de o cuticulă foarte subţire (Fig. 428); din loc în loc se observă stomate;

- epiderma superioară are celule extrem de mari (Fig. 428), cu peretele extern uşor mai îngroşat decât ceilalţi; aceste celule amintesc de cele buliforme ale frunzei de la graminee.

Prezenţa acestor celule „buliforme" nu a fost menţionată, de exemplu, pentru alte două specii de *Juncus*, şi anume: *J. acutus* L. şi *J. maritmus* Lam. (Burduja C., Toniuc Angela, 1984), prima specie fiind recoltată de pe nisipuri relativ sărate, mai puţin umede, iar a doua din depresiuni mai umede şi sărate, dintre dunele de pe grindul Sărăturile. În schimb, astfel de celule „buliforme" sunt menţionate la *J. trifidus* (Toma et al., 1989), colectat din etajul subalpin al munţilor Ceahlău.

Juncus gerardi este o plantă mai degrabă apropiată de mezofite, dacă ne gândim că vieţuieşte pe solonceacuri şi soloneţuri slab sărate şi umede. Prin aspectul extern şi prin structură este asemănătoare cu mezofitele de pajişti, alături de care trăieşte. Din acest motiv a fost considerată o halomezofită (Şennikov, 1950). Corelat cu aceasta, Chermezon (1910) considera că structura histo-anatomică a speciilor de *Juncus* nu trădează caracteristici în mod deosebit de halofitism (Chermezon, 1910). Acesta este un motiv în plus pentru a nu supraevalua în mod reducţionist un factor de mediu, în speţă salinitatea solului, ci trebuie luaţi în calcul şi ceilalţi modelanţi, chiar dacă sunt sau par secundari ca influenţă.

Mezofilul este relativ omogen şi în totalitate de tip palisadic: 2-3 straturi de celule mai înalte la faţa superioară şi 3 straturi de celule mai joase la faţa inferioară; doar la mijlocul tecii, în jurul fasciculelor conducătoare, sunt celule izodiametrice, vizibil mai mici, aspect evidenţiat şi de Chermezon (1910).

Ţesuturile conducătoare formează fascicule libero-lemnoase de tip colateral închis, grupate de regulă câte 3 la un loc (unul mai mare median şi 2 laterale mai mici), separate de cavităţi aerifere mari, rezultate din dezorganizarea locală a mai multor celule de parenchim asimilator.

La baza tecii distingem 7 grupe de astfel de fascicule conducătoare.

Structura fasciculelor conducătoare mari aminteşte de a celor din tulpină, la periferia liberului aflându-se totdeauna câte un cordon gros de fibre sclerenchimatice (Chermezon, 1910) cu pereţii foarte groşi, dar lignificaţi numai în stratul imediat adiacent liberului; aşadar, liberul fasciculelor mari este complet înconjurat de elemente cu pereţi lignificaţi.

Fasciculele mici nu au toate câte un cordon perifloemic de fibre mecanice, ci doar elemente lignificate, asemănătoare ca formă, mărime şi grad de lignificare cu vasele lemnoase.

Țesuturile mecanice formează 2 insule hipodermice adaxiale la marginile tecii, având elemente cu pereții foarte îngroşați, dar nelignificați. Acestor benzi de sclerenchim li se adaugă cordoanele de sclerenchim perifloemic şi celulele de sclerenchim perixilemic în cazul fasciculelor mari, aşa cum au observat şi alți autori (Chermezon, 1910; Toma et al., 1989).

Această specie este una higrofilă, variat alcalinofilă, de la slab la puternic halofilă, de trecere de la higrohalofite la higrofite. Se dezvoltă pe lăcovişti argiloase şi salinizate, cu sol permanent umed, dar şi cu sol care se drenează în timpul verii, de la slab la puternic salinizat (Bucur şi colab. 1960).

Şerbănescu (1965) caracteriza această specie ca fiind una de sărături clorurice, având exigențe largi, formând fitocenoze compacte în jurul bălților, lacurilor şi mlaştinilor mai mult sau mai puțin salinizate; este o specie legată de umiditate accentuată şi, în general, de o salinizare şi mineralizare slabe.

Bracteea inflorescenței (Fig. 429, 430)

Epiderma inferioară văzută de față (Fig. 429) seamănă cu cea de la nivelul tecii foliare, cu deosebirea că stomatele au celule mai scurte, iar pereții celulelor epidermice sunt mai puternic ondulați. Şi la fața **superioară**, aspectul general este asemănător cu cel de la nivelul tecii foliare, cu deosebirea că la marginile bracteii se află stomate şi pe fața superioară.

În **secțiune transversală** (Fig. 430), conturul este trapezoidal, cu fața adaxială vizibil concavă, rezultând un şanț larg, dar puțin adânc.

Structura generală se aseamănă cu cea a tecii, din treimea superioară, mezofilul fiind compact, de tip palisadic (Fig. 430), iar numărul fasciculelor conducătoare relativ mic: 3 grupe de câte 3 fascicule şi alte 2 fascicule intermediare.

Toate fasciculele conducătoare, mari şi intermediare, sunt înconjurate de sclerenchim, iar la exterior, de către o teacă de celule parenchimatice (Fig. 430). Fasciculul mare, median, vine în contact cu cele două epiderme prin intermediul unor cordoane groase de sclerenchim nelignificat (Fig. 430).

Stomatele din epiderma inferioară sunt foarte rare.

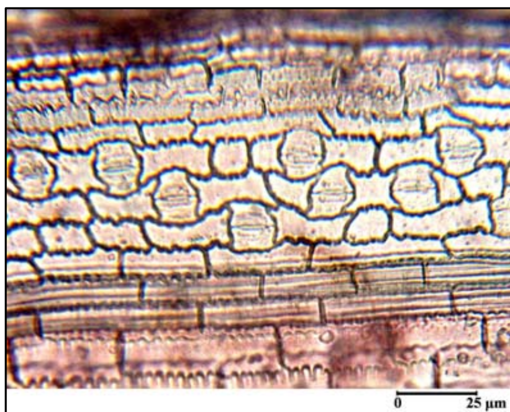


Fig. 422

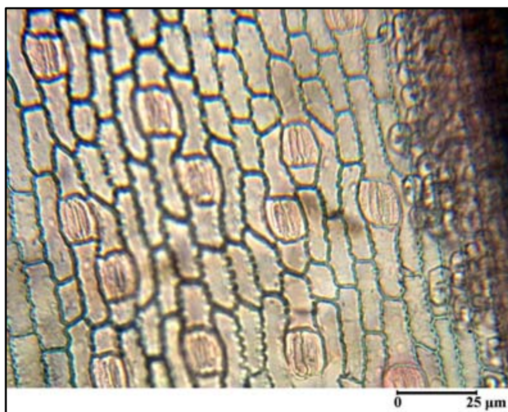


Fig. 423

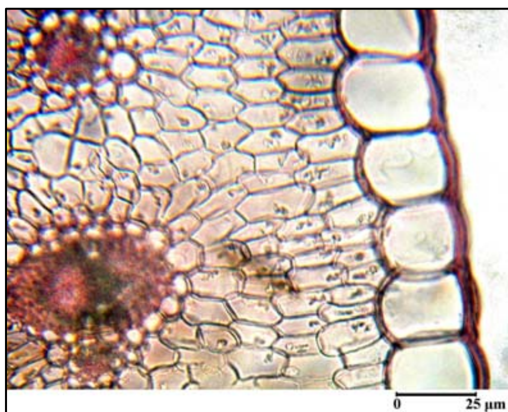


Fig. 424

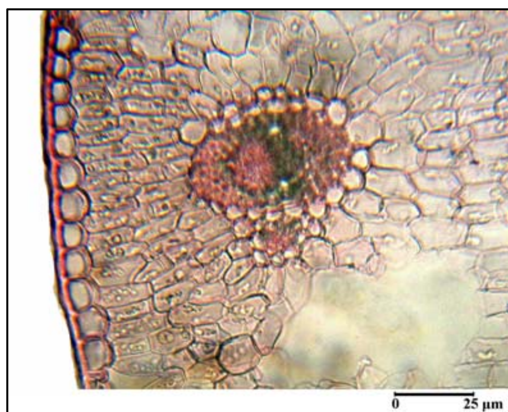


Fig. 425

Juncus gerardi. Epiderma superioară (Fig. 422) şi epiderma inferioară a tecii foliare (Fig. 423), văzute de faţă şi secţiuni transversale prin teacă, treimea superioară (Fig. 424, 425).

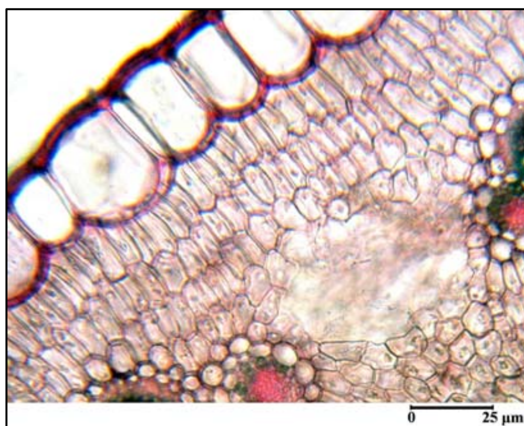


Fig. 426



Fig. 427

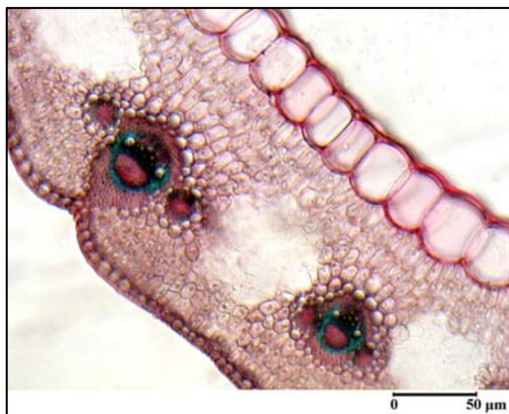


Fig. 428

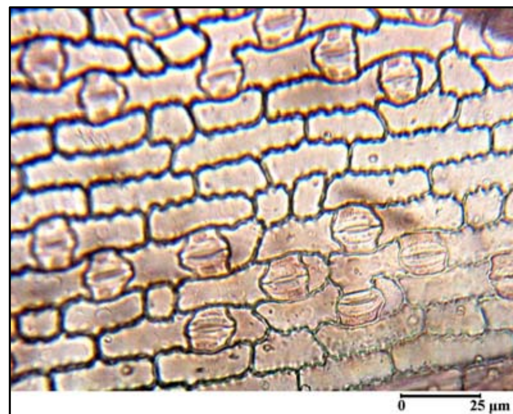


Fig. 429

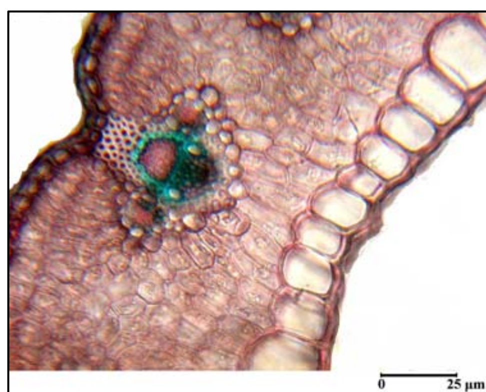
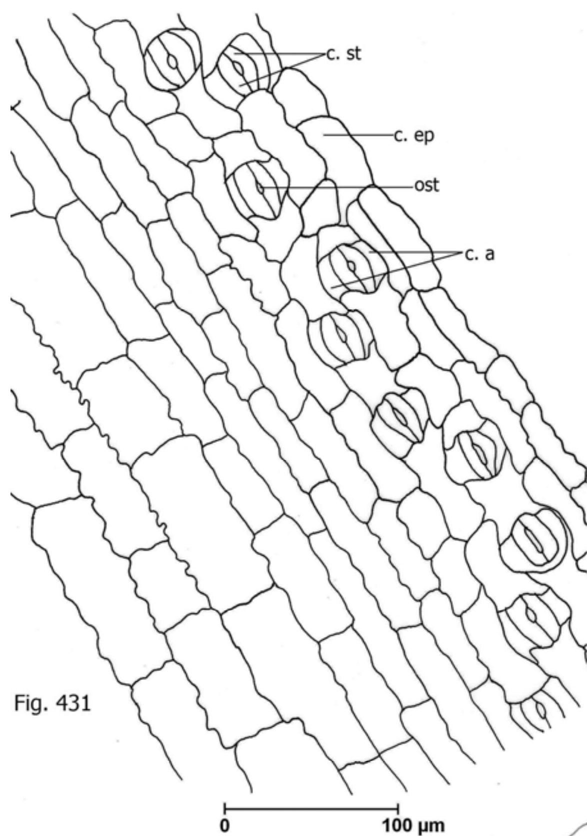
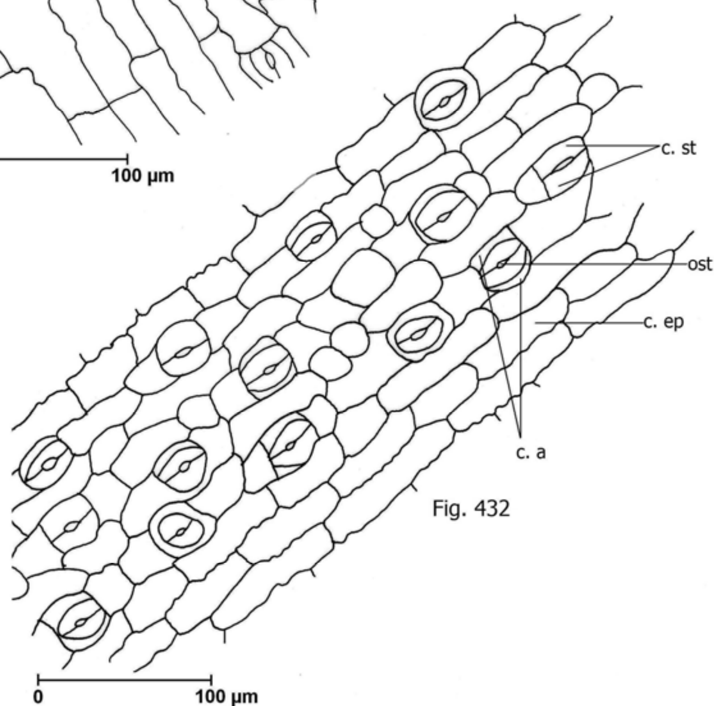


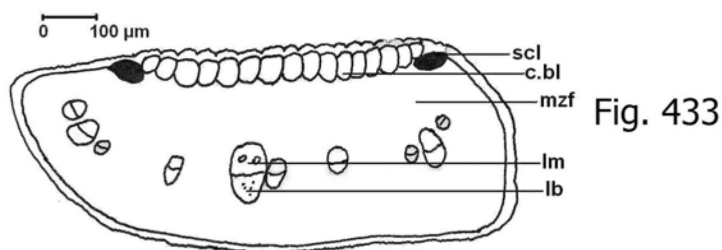
Fig. 430

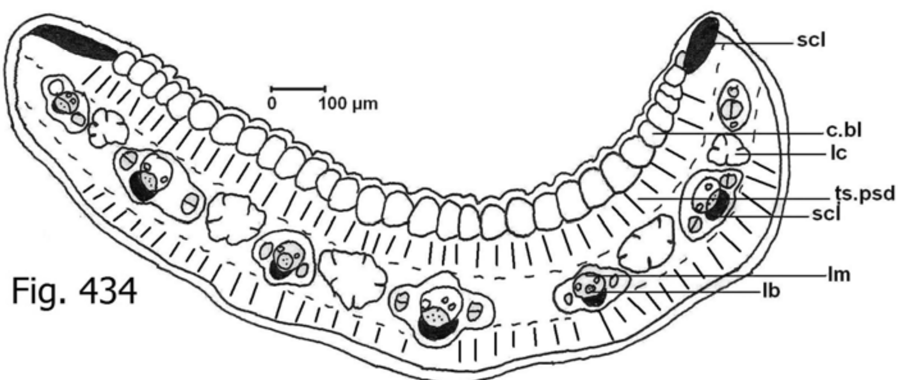
Juncus gerardi. Secțiuni transversale prin teacă, treime mijlocie (Fig. 426, 427) şi treime inferioară (Fig. 428); epiderma inferioară, văzută de față (Fig. 429) şi secțiune transversală prin bractee (Fig. 430).

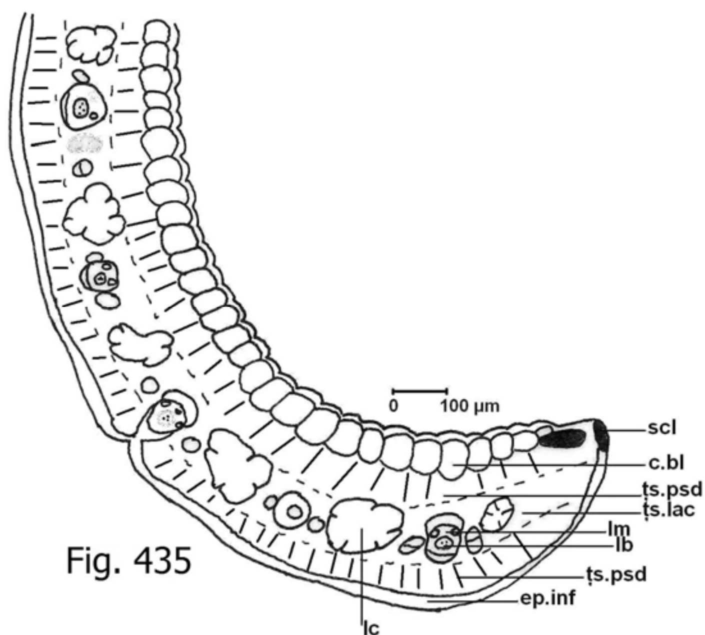




Juncus gerardi. Epiderma superioară (Fig. 431) şi epiderma inferioară a tecii (Fig. 432) văzute de faţă.







Juncus gerardi. Secțiuni transversale prin teacă, treime superioară (Fig. 433), treime mijlocie (Fig. 434) şi treime inferioară (Fig. 435): scheme.

Familia *Fabaceae*

Trifolium fragiferum L.

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 436)

Structura este tipic secundară, rezultată din activitatea ambelor meristeme laterale: cambiul şi felogenul. Felogenul produce câteva (4-6) straturi de suber tipic spre exterior şi mai puține straturi de feloderm spre interior. Nu se poate face o delimitare strictă între feloderm şi parenchimul liberian extern, după forma şi mărimea celulelor componente.

Cambiul produce 2 inele concentrice de țesuturi conducătoare: unul extern, mult mai gros, de liber secundar şi altul intern, mult mai subțire, de lemn secundar, ambele străbătute de mai multe raze medulare parenchimatic-celulozice largi, care vin în contact cu masivul xilemic central, de origine primară. Corpul lemnos central prezintă vase de diametru diferit, dispersate neregulat, separate de fibre libriforme cu pereții extrem de îngroşați, dar celulozici, şi de foarte puține celule de parenchim lemnos (Fig. 436).

Inelul de liber cuprinde 3 subzone:

- una internă, foarte subțire, tipic conducătoare, cu tuburi ciuruite şi celule anexe, aflată în imediata vecinătate a cambiului;
- una mijlocie, în care predomină fibrele liberiene față de celulele de parenchim liberian;
- una externă, în care predomină celulele de parenchim liberian față de fibre; acestea din urmă sunt fie solitare, fie grupate câteva la un loc.

Toate fibrele liberiene, ca şi cele lemnoase de altfel, au pereți puternic îngroşați, dar nelignificați.

Rădăcină – treime mijlocie (Fig. 437)

Față de nivelul anterior analizat, subliniem următoarele deosebiri:

- pătura de suber este mai groasă;
- numărul razelor medulare este mai mare (Fig. 437).

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 438)

Razele medulare sunt vizibil mai largi, împărțind astfel cilindrul central într-un număr de sectoare (benzi) conducătoare relativ înguste (Fig. 438). În plus, se observă că centrul rădăcinii este ocupat de un parenchim medular, în care sunt dispersate şi puține fibre libriforme, dar vasele de xilem lipsesc.

Rizomul (Fig. 439)

Structura este secundară, ca şi la rădăcină, fiind rezultatul activităţii ambelor meristeme laterale: felogenul şi cambiul. Felogenul ia naştere prin dediferenţierea unui strat cortical extern şi produce puţine straturi de suber şi de feloderm, celulele ambelor ţesuturi având o dispoziţie strict radiară.

Scoarţa este un parenchim de tip meatic şi amilifer, fără a se termina cu o endodermă de tip special.

Cilindrul central este foarte gros şi cuprinde un număr mare (10-14) de fascicule conducătoare, diferite ca mărime, unele fiind străbătute de raze parenchimatic-celulozice, aşa încât lasă impresia că sunt mai multe fascicule conducătoare distincte.

Toate fasciculele au o cantitate egală de liber şi de lemn, ambele ţesuturi prezentând numeroase fibre (lemnoase, respectiv liberiene), cu pereţii extrem de groşi, dar celulozici. Vasele de lemn sunt solitare ori, mai adesea, grupate în şiruri longitudinale mai mult sau mai puţin paralele (Fig. 439).

La nivelul liberului, zona conducătoare (tuburi ciuruite, celule anexe) este subţire, localizată în imediata vecinătate a cambiului, în rest predominând fibrele sclerenchimatice asupra parenchimului liberian amilifer.

La periferia tuturor fasciculelor se află câte un cordon subţire de fibre sclerenchimatice (în poziţie pericilclică) cu pereţii lignificaţi. Pe alocuri, lignificarea afectează şi unele fibre liberiene din vecinătatea cordoanelor mecanice menţionate.

Ca o anomalie de structură menţionăm formarea unor arcuri de felogen în grosimea măduvei, felogen care produce 2-3 straturi de suber tipic şi care se continuă pe traectul unor raze medulare până la contact cu cordoanele de fibre perifloemice.

Tulpină aeriană – treime superioară (fig. 440, 441)

Conturul secţiunii transversale este neregulat poligonal, cu coaste atenuate. Structura este tipic primară.

Epiderma prezintă celule pătratice sau, uşor înalte, cu toţi pereţii subţiri, cel extern nefiind afectat de cutinizare. Din loc în loc se observă numeroşi peri tectori tricelulari, cu celula terminală lungă, având pereţii foarte groşi, încât lumenul devine aproape filiform; celula bazală şi cea intermediară sunt dreptunghiulare (Fig. 441).

Scoarţa este relativ subţire (4 straturi în dreptul fasciculelor conducătoare) (Fig. 440) şi se termină cu un endodermoid cristalifer (cu cristale simple de oxalat de Ca), localizat la periferia fiecărui fascicul conducător.

Cilindrul central cuprinde mai multe (8-10) fascicule conducătoare de tip colateral deschis, toate având la periferia liberului câte un cordon foarte gros de elemente colenchimatizate şi fiind separate de raze medulare largi, parenchimatic-celulozice. În toate fasciculele, procesul de traheogeneză este în curs de derulare, puține vase de lemn având deja pereți groşi şi lignificați.

Măduva este foarte groasă, parenchimatic-celulozică, de tip meatic.

Tulpină – treimea mijlocie (fig. 443)

Structura primară este definitivă şi începe să se schițeze cea secundară, procesul de traheogeneză fiind încheiat.

Epiderma are celule cu peretele extern mai gros decât ceilalți şi complet cutinizat. Din loc în loc se observă stomate şi peri tectori, dar în număr mai mic decât în treimea superioară a tulpinii.

Pe o parte în circumferința tulpinii s-a format deja felogenul, care a produs un strat de suber hipodermic.

Fibrele cordoanelor mecanice perifloemice iau aspectul elementelor de sclerenchim, cu pereți foarte groşi, doar parțial lignificați (Fig. 442).

Liberul cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi puține celule de parenchim liberian.

Lemnul are vasele dispuse în şiruri radiare paralele, separate de celule de parenchim celulozic la nivelul lemnului primar şi de celule de parenchim lignificat, ori chiar de puține elemente libriforme (cel puțin în unele fascicule), la nivelul lemnului secundar.

La nivelul unor raze medulare se schițează elemente de cambiu interfascicular. La fața internă a celor mai multe fascicule se află câte un arc de elemente colenchimatizate, asemănătoare celor de la periferia liberului şi de la fața internă a cordoanelor de sclerenchim.

Măduva este groasă, parenchimatic-celulozică, de tip meatic. În măduvă, multe celule conțin cristale simple de oxalat de calciu; asemenea celule, însă doar cu câte un cristal simplu, se află şi la periferia cordoanelor de sclerenchim perifloemic, şi la fața internă a cordoanelor de colenchim perixilemic.

Tulpină – treime inferioară (Fig. 443)

Structura este tipic secundară, rezultată din activitatea ambelor meristeme laterale: cambiul şi felogenul. Felogenul este continuu şi a produs deja 3-4 straturi de suber, care au determinat pe alocuri exfolierea epidermei; grosimea suberului diferă pe circumferința tulpinii, motiv pentru care acolo unde este doar unistratificat, epiderma este persistentă.

Parenchimul cortical primar este de tip meatic, iar stratul cel mai intern aflat, în contact cu cordoanele de sclerenchim perifloemic, reprezintă un endodermoid cristalifer.

Cilindrul central este foarte gros, cu numeroase (15) fascicule conducătoare de mărime diferită, toate cu câte un cordon relativ subțire de fibre sclerenchimatice la periferia liberului.

În toate fasciculele conducătoare se distinge lemnul primar, prin dispoziția în şiruri radiare a vaselor, separate de parenchim celulozic şi cel secundar, cu vase dispuse dezordonat, separate de fibre lemnoase şi de puține celule de parenchim lignificat (Fig. 443).

În măduvă şi în zona perixilemică a multora dintre fascicule se observă celule cu cristale simple de oxalat de calciu.

Ca o anomalie, menționăm prezența unui arc de suber netipic, în concavitatea căruia şi celulele de parenchim medular au pereții suberificați.



Fig. 436



Fig. 437

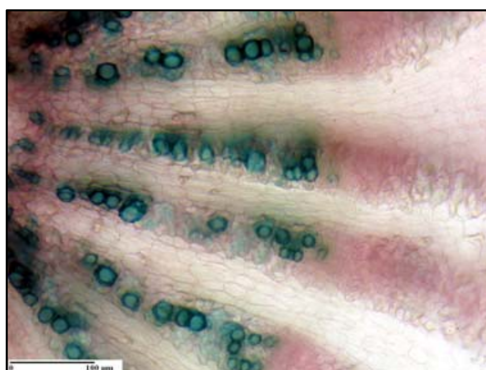


Fig. 438

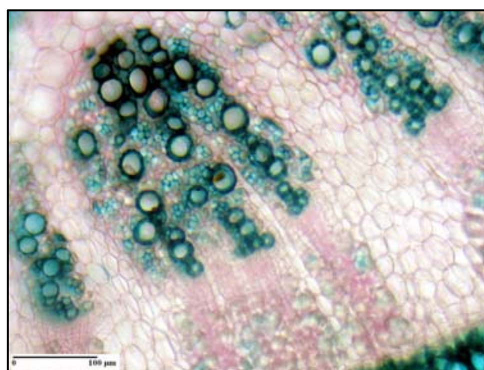


Fig. 439

Trifolium fragiferum. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 436), treime mijlocie (Fig. 437) şi treime superioară (Fig. 438), precum şi secțiune transversală prin rizom (Fig. 439).



Fig. 440

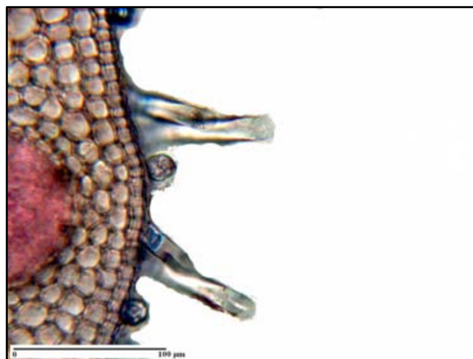


Fig. 441

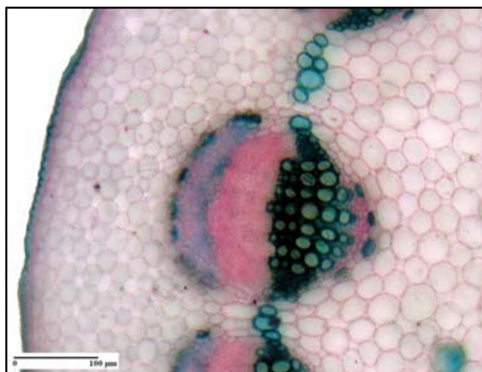


Fig. 442

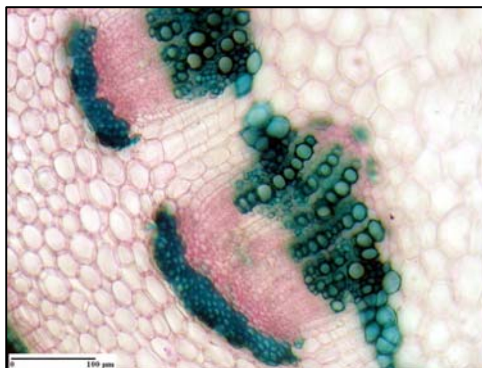


Fig. 443

Trifolium fragiferum. Secțiuni transversale prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 440, 441), treime mijlocie (Fig. 442) şi treime inferioară (Fig. 443).

Frunza (Fig. 444-448)

Pețiolul

Conturul secțiunii transversale este circular-ovat, cu o cavitate aeriferă centrală largă.

Epiderma prezintă celule mici, izodiametrice, cu peretele extern gros şi complet cutinizat.

Din loc în loc sunt vizibili peri tectori tricelulari şi se observă puține stomate. În parenchimul fundamental se află 5 fascicule conducătoare libero-lemnoase de mărime diferită, toate având structura celor din tulpina tânără şi prezentând la periferia liberului câte un cordon relativ gros de elemente mecanice.

Limbul (Fig. 444-448)

Epiderma văzută de față (Fig. 444, 445), prezintă celule de contur poligonal, cu pereții laterali drepți. Din loc în loc se află stomate de tip anomocitic, iar prin transparență se disting celulele țesutului palisadic subiacent. În lungul nervurilor se observă numeroase cristale simple de oxalat de calciu. Stomatele sunt localizate în ambele epiderme, deci limbul este amfistomatic.

Secțiune transversală prin foliolă, treime superioară (Fig. 446)

Nervura mediană proemină vizibil la fața inferioară a foliolei şi prezintă un fascicul conducător libero-lemnos cu structură primară, având la periferia limbului un cordon de celule mecanice.

Ambele epiderme prezintă celule alungite tangențial, cu peretele extern uşor mai îngroşat decât ceilalți şi acoperit de o cuticulă subțire, vizibilă mai cu seamă la fața inferioară a foliolei. Din loc în loc se observă stomate, care nu proemină deasupra epidermei.

Mezofilul este diferențiat în țesut palisadic bistratificat, cu celule relativ joase, la fața superioară şi țesut lacunos pluristratificat, relativ compact, la fața fața inferioară; deci limbul are o structură bifacială heterofacială (dorsiventrală). La polii fasciculelor conducătoare din nervurile laterale sunt vizibile celule cu cristale simple de oxalat de calciu.

În treimea mijlocie, stratul palisadic hipodermic are celule mai înalte, nervura mediană proemină mai puternic la fața inferioară, țesutul mecanic este prezent la ambii poli ai fasciculelor conducătoare, iar la nivelul epidermei, din loc în loc, se observă şi puțini peri tectori tricelulari.

În treimea inferioară (Fig. 447, 448), ambele straturi palisadice au celule înalte, împreună ocupând cam 50% din grosimea mezofilului.

Stipelele

Conturul secțiunii transversale are forma literei „V”, cu brațele mai mult sau mai puțin paralele şi cu capetele foarte subțiri, uşor suprapuse. Între cele două epiderme, mezofilul este omogen, format din celule izodiametrice; pe alocuri, unele celule de la fața adaxială (internă) se dezorganizează, rezultând cavități aerifere mai mari decât lacunele. În mezofilul omogen se observă mai multe fascicule, dintre care 3 mai mari (unul median şi două laterale), având structura celor din limbul foliolei.

Fasciculele din părțile terminale (marginale) sunt foarte mici, dar şi ele prezintă la periferia floemului câte un endodermoid cristalifer.

Această specie este mezofilă către higrofilă, alcalinofilă şi neohalofilă, de la foarte slab la puternic tolerantă, sămânța germinând şi în strate slab salinizate[25] (Bucur şi colab., 1961).

Este tipul de halofită despre care nu putem spune prea multe din perspectiva adaptărilor evidente la salinitate; este şi un bun „exemplu” pentru „teoria” noastră, a adaptărilor „extreme” la salinitate[26].

[25] Acest aspect, al germinării semințelor în medii salinizate, este foarte interesant şi intens discutat în zilele noastre; credem că, îndeosebi la specii care nu prezintă adaptări anatomice evidente, rezistența şi capacitatea de germinare a semințelor pot constitui cheia supraviețuirii unor specii halofile „neconsacrate” în condiții de salinizare uşoară sau medie.

[26] În treacăt fie spus, dacă este să dăm credit acestor ipoteze, este evident următorul aspect: familii botanice diferite au rezonanțe adaptative diferite față de acest factor – salinitatea solului; este clar că evoluția a selectat, modelat şi favorizat specii a căror istorie se leagă practic de salinitate, în vreme ce altele au contacte tangențiale şi de multe ori legate de hazard, referitor la salinitate. În acest context, familia *Fabaceae* nu oferă exemple spectaculoase de adaptare la salinitate, dacă este să comparăm, de pildă, cu cea mai „intrigantă” şi spectaculoasă familie halofilă, care este cea a *Chenopodiaceelor*.

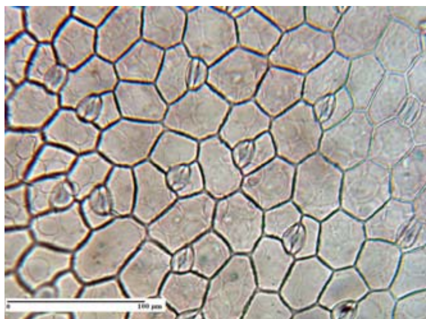


Fig. 444

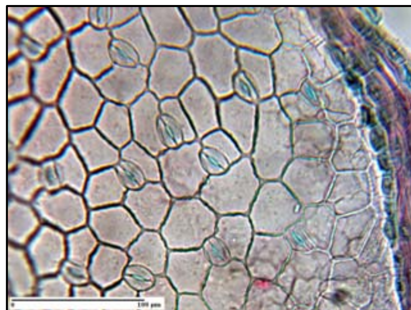


Fig. 445

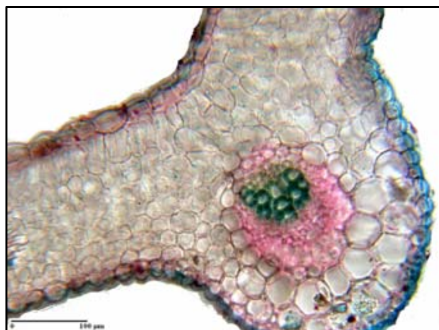


Fig. 446

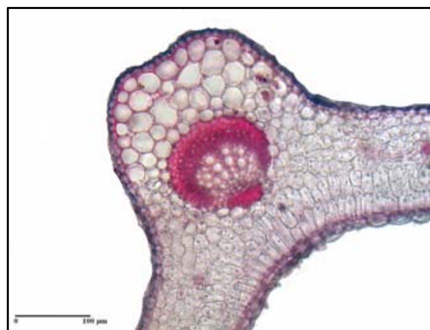


Fig. 447

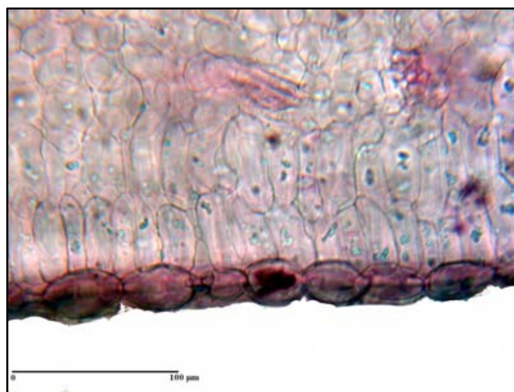


Fig. 448

Trifolium fragiferum. Epiderma superioară (Fig. 444) şi epiderma inferioară (Fig. 445), văzute de faţă şi secţiune transversală prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 446) şi treime inferioară (Fig. 447, 448).

Familia Poaceae

Puccinellia distans (L.) Parl. ssp. *limosa* (Schur) Jáv.*

Tulpină aeriană – treime superioară (Fig. 449)

Epiderma prezintă celule izodiametrice în dreptul stâlpilor de sclerenchim şi uşor alungite tangențial în dreptul benzilor de parenchim asimilator; în ambele cazuri, toți pereții, dar mai ales cel extern, sunt îngroşați; peretele extern este acoperit de o cuticulă relativ groasă. Din loc în loc se observă stomate.

Limita dintre scoarță şi cilindrul central este greu de stabilit. Putem doar observa că imediat sub epidermă, între stâlpii de sclerenchim sunt vizibile insule (benzi) mici (înguste) de celule asimilatoare. Atât stâlpii hipodermici de sclerenchim, cât şi inelul continuu de sclerenchim prezintă elemente (fibre) cu pereții puternic îngroşați şi intens lignificați.

Țesuturile conducătoare formează fascicule de tip colateral închis, dispuse pe două cercuri:

- unul extern, cu fascicule mult mai mici, înglobate complet în sclerenchim, unele proeminând în insulele de parenchim asimilator;
- altul intern, cu fascicule mari, care au liberul înglobat în inelul de sclerenchim, iar în rest sunt protejate de o teacă sclerenchimatică unistratificată.

Liberul cuprinde tuburi ciuruite şi celule anexe, iar lemnul are vase de protoxilem înconjurate de celule de parenchim celulozic şi vase de metaxilem cu celule de parenchim sclerificat şi intens lignificat între ele; în fasciculele cele mai mari se observă şi lacuna acviferă.

Toate fasciculele mari proemină puternic în parenchimul fundamental celulozic, de tip meatic (Fig. 449).

Parenchimul fundamental central este dezorganizat, rezultând o cavitate aeriferă largă.

Tulpină aeriană – treime mijlocie (Fig. 450)

Față de nivelul anterior analizat, insulele de parenchim asimilator sunt mai numeroase, sclerenchimul are fibre cu pereți mai groşi şi intens lignificați (Fig. 450), iar cavitatea aeriferă centrală, de contur neregulat, este mai mică.

---

* din cauza unor dificultăți întâmpinate pe teren, legate de colectarea şi conservarea ulterioară a materialului, care au condus la alterarea părților subterane ale acestei specii, nu putem prezenta, în lucrarea de față, decât rezultate referitoare la părțile supraterane ale plantei.

Tulpină aeriană – treime inferioară (Fig. 451)

Față de nivelul mijlociu, gradul de lignificare este mai puternic, parenchimul dintre fasciculele mari se sclerifică uşor (Fig. 451), iar unele dintre fasciculele mai mici se detaşează de inelul de sclerenchim, fiind adânc înfipte în parenchimul fundamental celulozic.

Cavitatea aeriferă centrală este foarte mică sau lipseşte.



Fig. 449

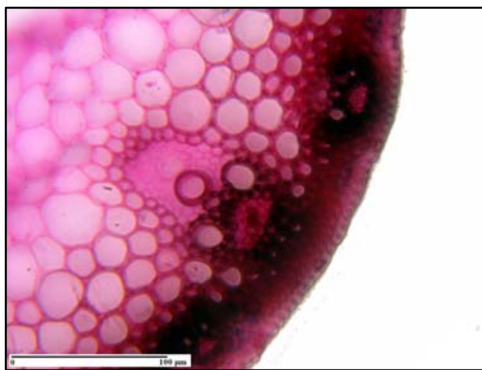


Fig. 450



Fig. 451

Puccinellia distans. Secțiuni transversale prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 449) treime mijlocie (Fig. 450) şi treime inferioară (Fig. 451).

Frunza (Fig. 452-455)

Epiderma inferioară, văzută de față, este formată din celule poligonal-alungite (toate având pereții laterali drepți), ce alternează cu celule foarte scurte. Din loc în loc, mai ales în lungul nervurilor, se observă peri tectori scurți (aculeiformi). În lungul şirurilor de celule epidermice se observă stomate halteriforme. Prin transparență se observă vasele lemnoase, mai cu seamă de tip reticulat.

Epiderma superioară diferă de cea inferioară prin faptul că celulele epidermice au pereții laterali des şi fin ondulați. Stomatele sunt prezente şi pe această față a frunzei, deci limbul este amfistomatic.

În secțiune transversală prin limbul foliar, în treime superioară (Fig. 452), conturul are forma literei „V”, cu brațele aproape paralele, delimitând un şanț adaxial foarte adânc. Ambele epiderme au celule cu peretele extern mult mai gros decât ceilalți, dar acoperit de o cuticulă subțire. Din loc în loc se observă peri tectori foarte scurți, unicelulari, aculeiformi, cu peretele gros; aceşti peri sunt localizați mai cu seamă în dreptul fasciculelor conducătoare (Fig. 452).

Mezofilul este omogen, cu celule izodiametrice, rotunjite, deci limbul are o structură bifacială-izofacială (Fig. 452).

Țesuturile conducătoare formează numeroase fascicule, mari şi mijlocii, toate în contact cu epiderma inferioară prin intermediul unor stâlpi de sclerenchim, iar cu epiderma superioară prin intermediul unor stâlpi de parenchim lignificat puțin sclerificat. Toate fasciculele conducătoare sunt parțial înconjurate de câte o teacă sclerenchimatică, formată din celule cu pereți puternic îngroşați şi intens lignificați (Fig. 452).

În treimea mijlocie (Fig. 453), conturul secțiunii transversale are formă de panglică curbată, luând forma literei „V”, cu brațele foarte depărtate. Fața inferioară este netedă (dreaptă), iar fața superioară este vălurată (aici alternând coaste şi valecule). În rest, structura este asemănătoare cu cea de la nivelul anterior analizat, la care se adaugă prezența unor cordoane de sclerenchim la marginile limbului. Gradul de sclerificare a fibrelor sclerenchimatice este mai redus (Fig. 453).

La treimea bazală (Fig. 454, 455), limbul este aproape complet închis (răsucit), fața superioară (devenită internă) prezentând aceleaşi coaste puternice separate de valecule adânci şi înguste. Față de nivelurile anterior

analizate se observă **celule buliforme** mari în epiderma superioară din dreptul valeculelor (Fig. 454-455). La acest nivel, fasciculele conducătoare sunt mai numeroase, alternând de regulă unele mari cu altele mici. Perii tectori sunt mai numeroşi la fața superioară, localizați totdeauna pe coaste.

Această specie are un spectru ecologic larg, fiind higrofilă către mezofilă, puternic alcalinofilă, dar şi cu forme biologice slab alcalinofile, de la slab la excesiv de euhalofilă, ceea ce şi explică, de altfel, marea ei răspândire (Bucur şi colab., 1960). Se dezvoltă masiv pe sărături de luncă şi de coastă umede până primăvara târziu, datorită apelor subterane aproape de suprafață, colmatărilor, inundațiilor, fiind o plantă foarte rezistentă la asfixie în perioadele umede.

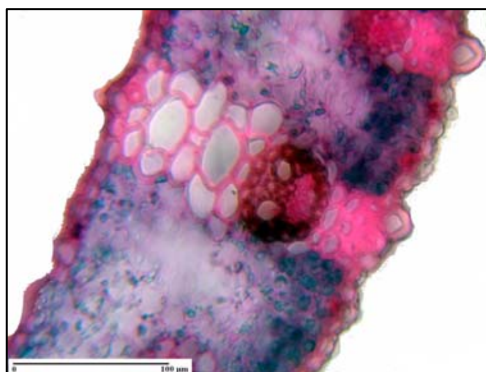


Fig. 452

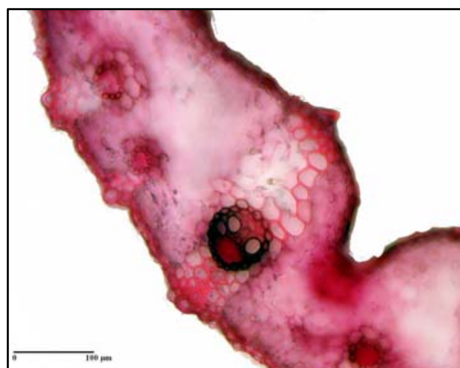


Fig. 453



Fig. 454



Fig. 455

Puccinellia distans. Secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 452), treime mijlocie (Fig. 453) şi treime inferioară (Fig. 454, 455).

Familia Plantaginaceae

Plantago schwarzenbergiana Schur

Rădăcina (Fig. 456- 458, 465)

În treimea inferioară (Fig. 456, 465), structura este tipic secundară, rezultată din activitatea ambelor meristeme laterale: cambiul şi felogenul.

Felogenul produce mai puţine straturi de suber spre exterior şi mai multe straturi de feloderm spre interior; suberul se exfoliază treptat şi neuniform pe circumferinţa organului, iar celulele felodermice sunt bogate în granule de amidon.

Cambiul produce un inel relativ gros de liber secundar spre exterior şi un corp lemnos secundar în centrul organului. Liberul prezintă tuburi ciuruite şi celule anexe în apropierea cambiului şi foarte multe celule de parenchim liberian amilifer, dispuse în şiruri radiare, spre exterior. Corpul lemnos central prezintă un număr mare de vase de diametru diferit şi dispersate neregulat, având pereţii intens lignificaţi, separate de puţine celule de parenchim lemnos celulozic (Fig. 456).

Aşadar, lemnul secundar nu prezintă fibre lemnoase, ca la cele mai multe dicotiledonate, sau acestea sunt în număr foarte mic şi nu diferă de vasele lemnoase pe secţiuni transversale.

În treimea mijlocie (Fig. 457), structura rădăcinii se menţine aceeaşi, cu deosebirea că suberul are mai multe (7-9) straturi, iar în feloderm s-au format cavităţi aerifere de contur neregulat, rezultate din dezorganizarea locală a unor celule (Fig. 457).

La limita dintre baza rădăcinii şi rizom (Fig. 458**)**, structura se caracterizează printr-un corp lemnos central puternic parenchimatizat şi prin cordoane de fibre sclerenchimatice în grosimea inelului de liber secundar.

Fibrele cordoanelor sclerenchimatice au pereţii foarte puternic îngroşaţi, intens lignificaţi şi străbătuţi de multe punctuaţii canaliculiforme, de formă şi mărime diferite în secţiune transversală. Aceste cordoane mecanice nu separă inelul liberian de feloderm, ci sunt localizate în grosimea parenchimului liberian secundar.

La periferia corpului lemnos central predomină fibrele lemnoase, ce formează zone compacte în care sunt dispersate neregulat puţine vase. Celulele de suber sunt puternic alungite tangenţial, ca şi multe celule din feloderm, iar cantitatea de parenchim lemnos celulozic este mult mai mare.

Rizomul (Fig. 459)

Tulpina subterană are o structură secundară tipică, rezultată din activitatea ambelor meristeme laterale. Felogenul produce câteva pături de *suber* netipic şi mai multe straturi de feloderm, cu celule vizibil colenchimatizate.

Scoarța primară mai persistă pe alocuri, stratul ei extern şi epiderma exfoliindu-se în cea mai mare parte. Acolo unde epiderma persistă, la nivelul ei sunt vizibili peri tectori pluricelulari uniseriați, lungi, solitari sau grupați câte 3-4 la un loc.

Cambiul produce în cantitate egală liber secundar spre exterior şi lemn secundar spre interior, rezultând 2 inele concentrice discontinue, care le dă țesuturilor conducătoare un aspect fascicular, datorită razelor medulare de lărgime diferită, prezente din loc în loc. La periferia liberului secundar sunt vizibile cordoane mecanice de grosime şi formă diferite, formate din elemente asemănătoare celor menționate mai sus; astfel de elemente sclerenchimatice, solitare sau formând grupe mici, au fost observate şi în grosimea liberului secundar.

Lemnul secundar prezintă o zonă internă în care se găsesc vase şi celule de parenchim lemnos celulozic, iar în zona sa externă predomină libriformul, vasele şi celulele de parenchim lemnos celulozic fiind în cantitate mică.

Aşadar, se distinge cu uşurință lemnul primar (cu vase şi celule de parenchim lemnos celulozic) de cel secundar (cu mult libriform, puține vase şi celule de parenchim lemnos celulozic) (Fig. 459).

Măduva este foarte groasă, amiliferă, parenchimatic-celulozică, de tip meatic.

Pe unele secțiuni se poate observa formarea rădăcinilor adventive.

Tulpină aeriană – treime superioară (Fig. 460, 461, 466)

Conturul secțiunii transversale este pentagonal, cu unghiurile rotunjite.

Epiderma prezintă celule mari, cu pereții intern şi extern foarte puternic îngroşați, cel din urmă fiind acoperit de cuticulă. Din loc în loc se află stomate, localizate la nivelul epidermei.

Scoarța este relativ groasă (7-8 straturi) (Fig. 460), parenchimatic-asimilatoare, cu stratul hipodermic uşor colenchimatizat şi stratul cel mai intern de tipul unui endodermoid.

Cilindrul central începe cu un inel de sclerenchim în poziție periciclică (Fig. 460), format din fibre cu pereții puternic îngroşați şi intens lignificați; grosimea acestui inel este mai mare în dreptul celor 5 fascicule mari, localizate în dreptul celor 5 coaste ale secțiunii (Fig. 461).

Țesuturile conducătoare formează numeroase fascicule libero-lemnoase, din care 5 mai mari şi altele mult mai mici, între ele aflându-se, adesea, doar insule de liber, înfipte în inelul de sclerenchim periciclic ori în contact direct cu el.

În treimea mijlocie (Fig. 462, 463, 467), conturul secțiunii transversale devine aproximativ circular, cea mai mare parte a parenchimului medular este lignificată, iar cavitatea aeriferă centrală este bine delimitată. Semnalăm şi la acest nivel prezența perilor tectori (Fig. 463).

Structura țesuturilor conducătoare este numai de origine primară. Unele elemente de lemn vin în contact cu inelul de sclerenchim periciclic, astfel încât liberul fasciculelor conducătoare este fragmentat în câteva insule mici (Fig. 462). În structura fasciculelor conducătoare apar şi puține fibre lemnoase, unele venind în contact cu inelul de sclerenchim periciclic.

În treimea inferioară (Fig. 464, 468), structura se menține aceeaşi ca şi în cea mijlocie, cu deosebirea că inelul de sclerenchim periciclic este mai intens lignificat, iar numărul fibrelor lemnoase din fasciculele conducătoare principale este mai mare. Şi la acest nivel au fost evidențiați peri tectori (Fig. 464).

Aşadar, vorbim la acest nivel de o structură secundară puțin importantă, care ca şi în structura primară rămâne numai de tip fascicular.

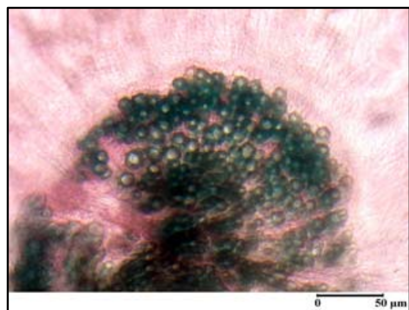


Fig. 456

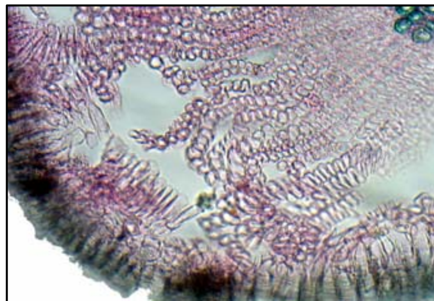


Fig. 457

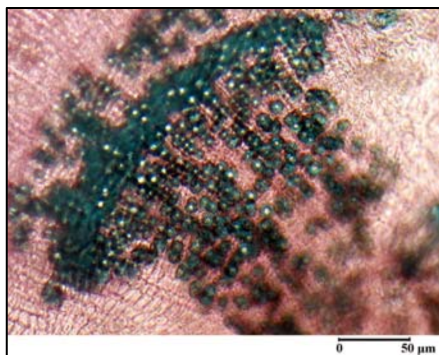


Fig. 458

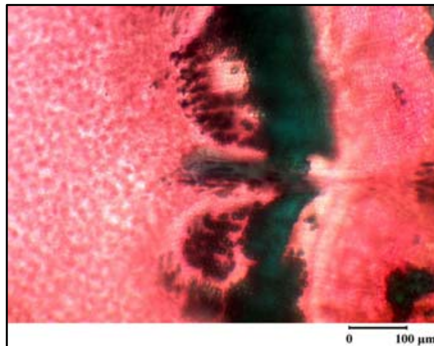


Fig. 459

Plantago schwarzenbergiana. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 456), treime mijlocie (Fig. 457) şi treime superioară (Fig. 458); secțiune transversală prin rizom (Fig. 459).

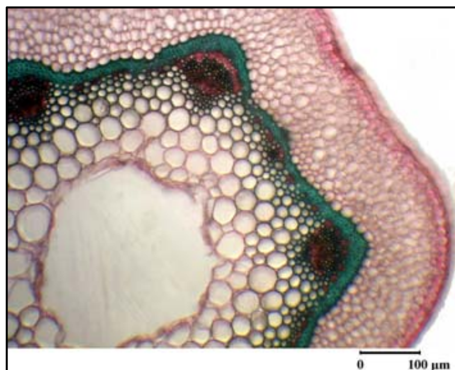


Fig. 460

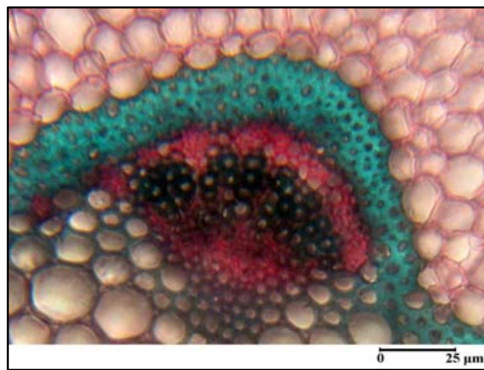


Fig. 461

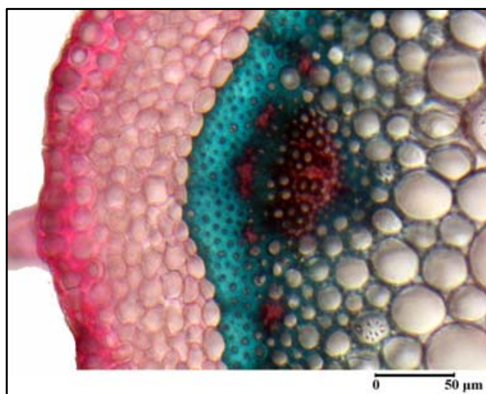


Fig. 462

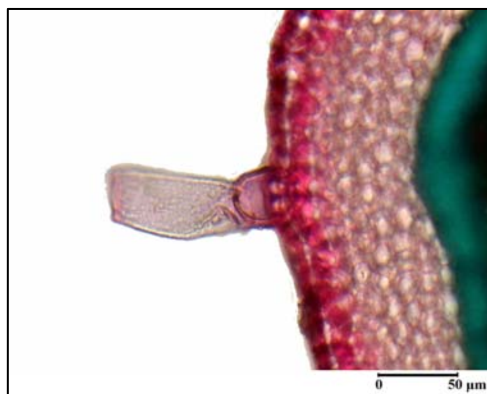
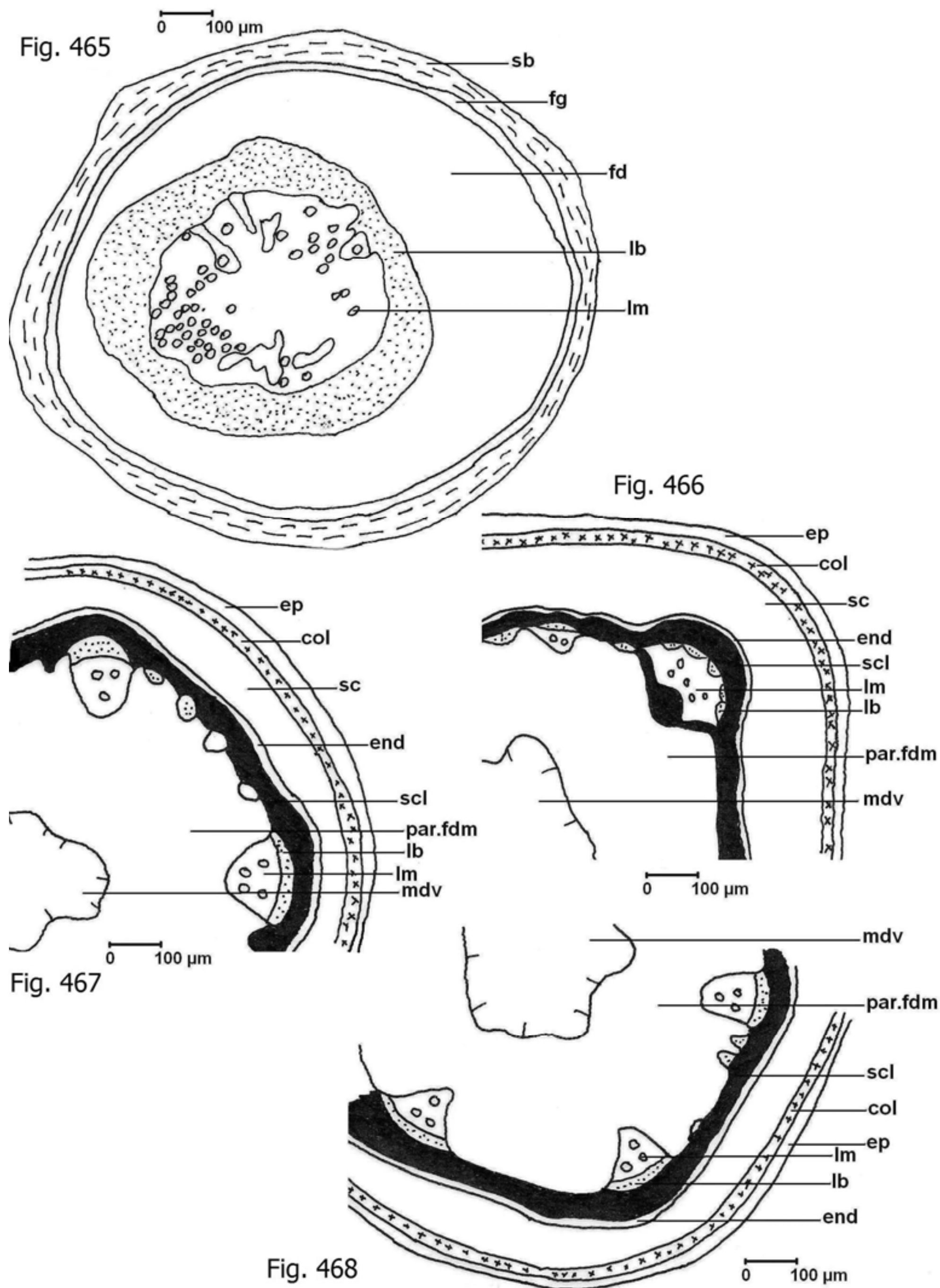


Fig. 463



Fig. 464

Plantago schwarzenbergiana. Secțiuni transversale prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 460, 461), treime mijlocie (Fig. 462, 463) şi treime inferioară (Fig. 464).



Plantago schwarzenbergiana. Secțiune transversală prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 465); Secțiuni transversale prin tulpina aeriană, treime superioară (Fig. 466), treime mijlocie (Fig. 467) şi treime inferioară (Fig. 468): scheme.

Frunza (Fig. 469-489)

Pețiolul (Fig. 469, 470, 479, 480)

În treimea superioară, conturul secțiunii transversale are forma literei „V”, cu un șanț adaxial larg și adânc (Fig. 479).

Epiderma prezintă celule mari, cu pereții intern și extern vizibil mai îngroșați decât ceilalți; peretele extern este acoperit de o cuticulă striată. Din loc în loc se observă stomate.

Parenchimul fundamental este de tip meatic, fața abaxială având stratul sau straturile (2-3) hipodermice cu celulele colenchimatizate angular; un colenchim asemănător este vizibil și în cele două brațe care delimitează șanțul adaxial.

Țesuturile conducătoare formează mai multe (15) fascicule libero-lemnoase de tip colateral, dintre care 3 sunt mult mai mari, având de jur împrejur sclerenchim. Fasciculele marginale au câte un cordon perifloemic de fibre sclerenchimatice, iar toate celelalte fascicule mici nu prezintă asemenea cordoane mecanice. Fasciculele mari prezintă la periferia sclerenchimului câte un strat de celule parenchimatice ce au îngroșările Caspary în pereții radiari, reprezentând astfel o endodermă de tip primar (Fig. 469), fapt neconsemnat în literatura de specialitate de care am putut dispune.

Lemnul prezintă numeroase vase, separate de puține celule de parenchim celulozic, iar liberul este moderat colenchimatizat, format din tuburi ciuruite și celule anexe. Fibrele de sclerenchim din jurul fasciculelor conducătoare au pereții foarte puternic îngroșați, dar mai puțin lignificați decât cei ai vaselor lemnoase (Fig. 469).

În treimea mijlocie, conturul secțiunii transversale se menține același, dar numărul fasciculelor conducătoare este mai mic (13) (Fig. 480).

În treimea inferioară, conturul general al secțiunii transversale rămâne același, dar cele 2 brațe se îngustează mult la vârf, unde structura este reprezentată doar de cele 2 epiderme (Fig. 470). Numărul fasciculelor conducătoare se reduce la 9, aproape toate fiind înconjurate de sclerenchim. În parenchimul fundamental sunt vizibile mai multe cavități aerifere.

Limbul (Fig. 481-484)

Epiderma văzută de față (Fig. 471-474, 481-484) are celule de aceeași formă, dar cu pereții laterali ușor curbați (Fig. 473, 474 și 484). Stomatele sunt mai numeroase pe unitatea de suprafață în epiderma inferioară. Celulele epidermice din dreptul nervurilor sunt de 4-5 ori mai lungi și cu pereții laterali mai groși, totdeauna drepți.

Pe fața superioară, celulele au contur poligonal, cu pereții laterali drepți, din loc în loc observându-se stomate de tip anizocitic sau de tip anomocitic (Fig. 471 şi 483) şi peri tectori (Fig. 472) foarte lungi, pluricelulari, uniseriați, cu celula terminală având vârful ascuțit.

În secțiune transversală prin limb, **treimea superioară** (Fig. 475, 481, 482), conturul general are forma literei „V", cu brațele foarte depărtate. Ambele epiderme sunt formate din celule izodiametrice, ori uşor alungite tangențial şi de mărime diferită, cu peretele extern vizibil mai îngroşat decât ceilalți, dar acoperit de o cuticulă foarte subțire.

Din loc în loc, în epiderma superioară se observă peri lungi, pluricelulari (Fig. 475, 481 şi 482), iar în ambele epiderme se observă stomate. În plus, în epiderma inferioară am observat şi puțini peri secretori scurți, tricelulari, localizați în mici excavații de la fața superioară a limbului; unii peri au glanda unicelulară, iar alții bi ori tetracelulară.

Mezofilul este de tip palisadic la fața superioară, prezentând 2-3 straturi de celule relativ înalte şi bogate în cloroplaste; la fața inferioară, celulele sunt mai joase, uneori chiar tot de tip palisadic, dar conțin mai puține cloroplaste. Per ansamblu, se poate considera că limbul foliar are o structură bifacială, heterofacială (dorsiventrală).

Țesuturile conducătoare formează numeroase fascicule, dintre care cel median este ceva mai mare, de tip colateral, cu un cordon de celule mecanice la fața externă a liberului, celule care sunt de tip colenchimatic.

Stratul hipodermic de la fața inferioară a limbului, în dreptul celor 3 nervuri principale reprezintă un colenchim angular tipic. Celule asemănătoare sunt vizibile şi la marginile limbului foliar.

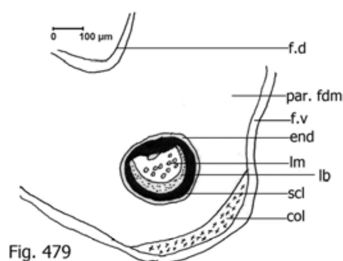
În treimea mijlocie (Fig. 476), conturul general rămâne acelaşi sau ia forma de panglică, observându-se numai nervura mediană proeminând uşor la fața inferioară şi 2 nervuri laterale de ordinul întâi în brațe; cele 3 nervuri proemină uşor la fața inferioară a limbului şi au câte un fascicul conducător relativ mare, de tip colateral deschis, cu câte un cordon de celule colenchimatizate la ambii poli. La nivelul epidermei se observă stomate. Semnalăm prezența unor peri secretori la nivelul unor excavații ale epidermei (Fig. 476).

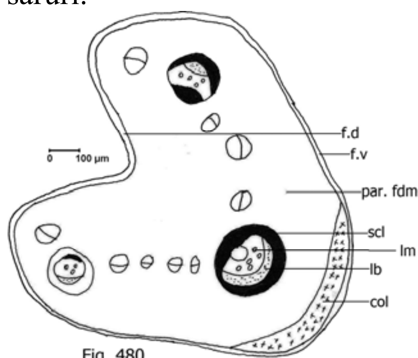
Ambele țesuturi conducătoare sunt de origine primară, având structura celor din pețiol.

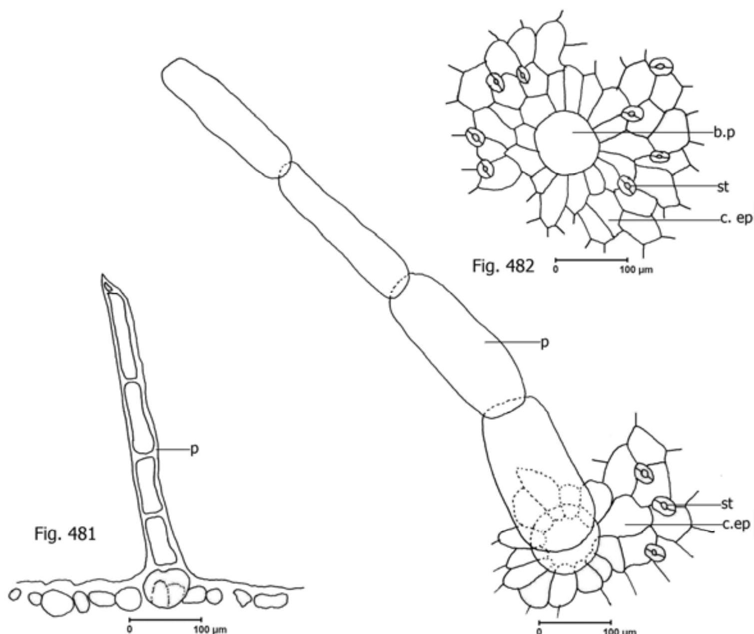
Mezofilul este de tip palisadic sub ambele epiderme, dar cu celule foarte joase, deci la acest nivel putem vorbi de o structură bifacială-izofacială, la mijlocul limbului celulele fiind izodiametrice.

În treimea inferioară (Fig. 477, 478), conturul secțiunii transversale şi structura mezofilului rămân asemănătoare cu cele de la nivelul mijlociu.

Aceasta specie este mezofilă, heliofilă, alcalinofilă. Se dezvoltă numai pe sărături de luncă, drenabile primăvara devreme, slab sau puternic salinizate (Bucur şi colab., 1960). Deşi pare să nu aibă trăsături anatomice evidente de halofită, trebuie spus că sistemul subteran şi rozeta de frunze bazale pot constitui mecanisme de adaptare în sine. S-a demonstrat, însă, la specii halofile de *Plantago* că în celulele lor se pot acumula compuşi osmotic activi, cum ar fi sorbitolul (Larher şi Stewart, 1979), despre care se ştie că sunt implicați în toleranța la săruri.







Plantago schwarzenbergiana. Secțiuni transversale prin pețiol, treime superioară (Fig. 479), treime mijlocie (Fig. 480); Peri tectori ai epidermei foliare superioare (Fig. 481, 482).

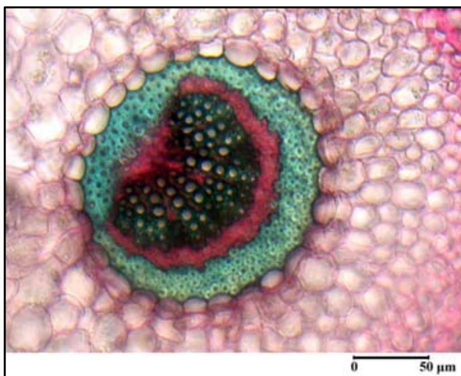


Fig. 469

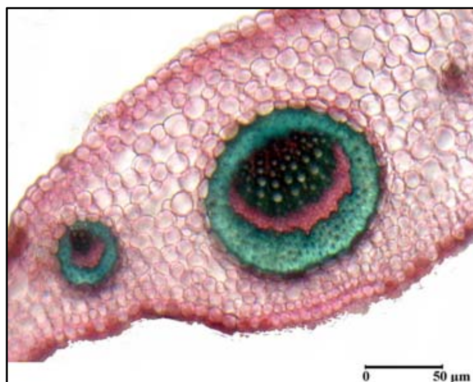


Fig. 470

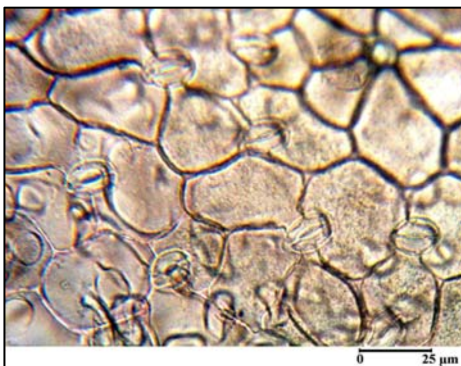


Fig. 471

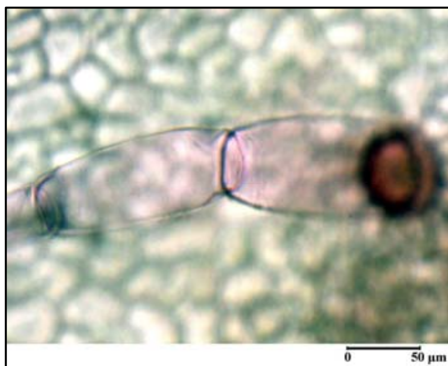


Fig. 472

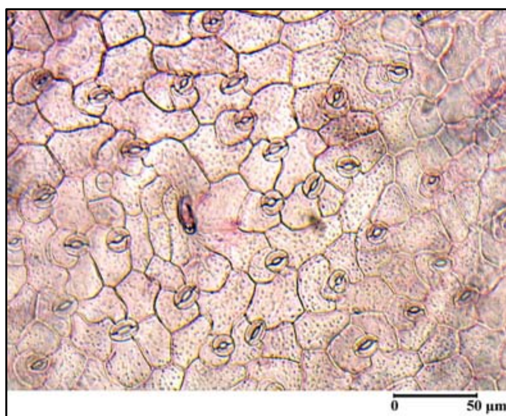


Fig. 473

Plantago scwarzenbergiana. Secțiuni transversale prin pețiol, treime superioară (Fig. 469) şi treime inferioară (Fig. 470); Epidermă superioară (Fig. 471, 472), văzută de față şi epidermă inferioară (Fig. 473), văzute de față.

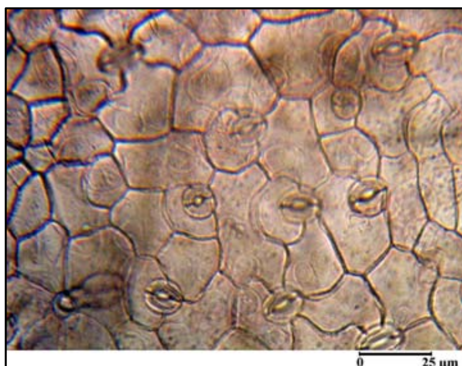


Fig. 474

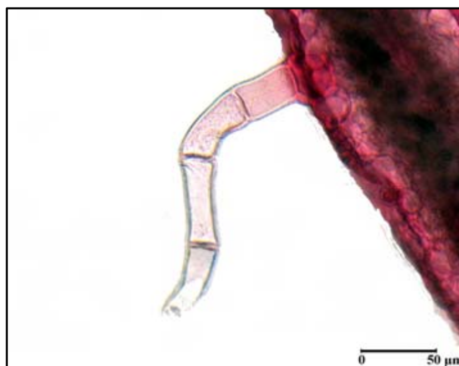


Fig. 475

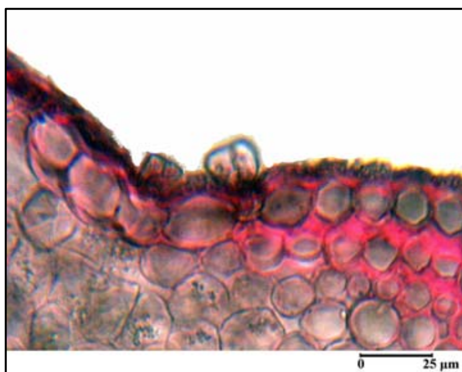


Fig. 476

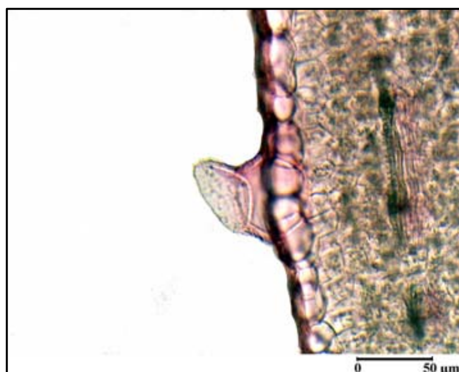


Fig. 477

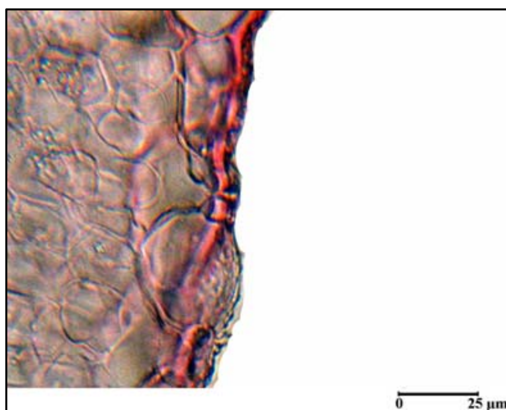
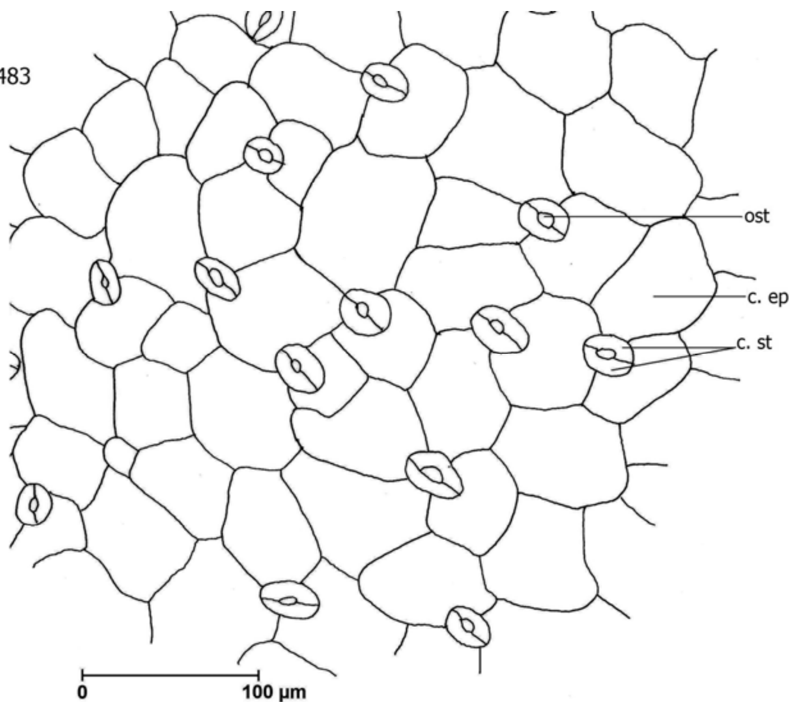
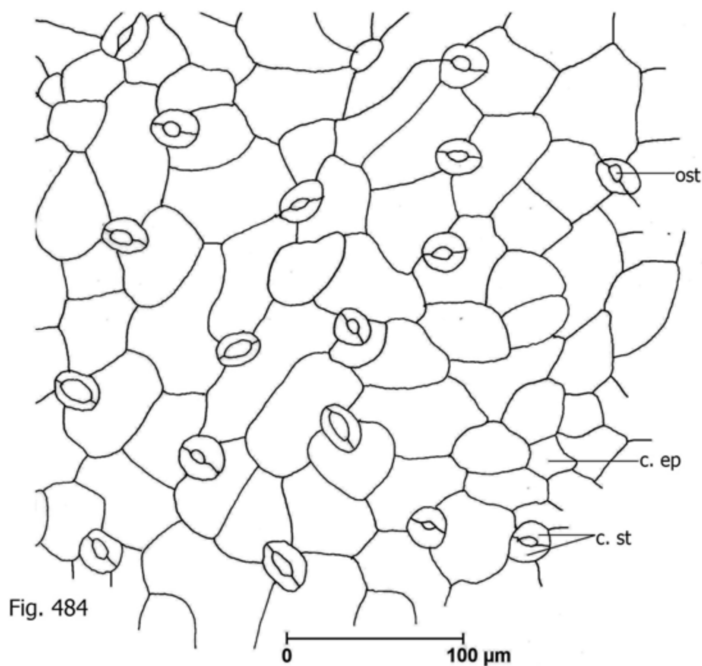


Fig. 478

Plantago scwarzenbergiana. Epiderma inferioară, văzută de față (Fig. 474); secțiuni transversale prin limbul foliar, treime superioară (Fig. 475), treime mijlocie (Fig. 476) şi treime inferioară (Fig. 477, 478).





Plantago schwarzenbergiana. Epiderma superioară (Fig. 483) şi epiderma inferioară (Fig. 484), văzute de faţă.

Familia Polygonaceae

Polygonum patulum M. Bieb.

Rădăcină – treime inferioară (Fig. 485, 491)

Structura este tipic secundară, rezultată din activitatea ambelor meristeme laterale: cambiul şi felogenul. Felogenul se diferenţiază pe seama periciclului, astfel încât ţesuturile de la periferia suberului s-au exfoliat în totalitatea lor; doar pe alocuri se observă aderenţe de parenchim cortical intern.

Suberul este subţire (2-3 straturi), cu celule vizibil alungite tangenţial şi cu pereţii subţiri, dar suberificaţi. Felodermul, alcătuit de asemenea din celule alungite tangenţial, formează 2-3 straturi.

Cambiul formează un inel periferic foarte subţire de liber secundar (Fig. 485), alcătuit din tuburi ciuruite, celule anexe şi celule de parenchim. În zona externă a inelului de liber sunt vizibile fibre sau grupe de fibre liberiene, cu peretele foarte gros, dar slab lignificat.

Corpul lemnos central secundar este foarte gros şi în întregime lignificat, în el predominând libriformul; în grosimea lui sunt dispersate puţine vase de diametru diferit şi celule de parenchim, localizate mai ales în zona centrală; toate elementele libriformului au pereţi puternic îngroşaţi şi parţial lignificaţi.

În **treimea mijlocie** (Fig. 486, 492)**,** faţă de nivelul anterior analizat, corpul lemnos central este mai intens lignificat (Fig. 486), iar zona axială a acestuia este formată din elemente cu pereţii aproape în întregime celulozici.

În **treimea superioară** (Fig. 486), la nivelul peridermei se observă, pe alocuri, lenticele, pătura de suber este mai groasă (3-5 straturi), ca şi cea de feloderm, iar în grosimea corpului lemnos central sunt vizibile numeroase raze medulare, formate din celule parenchimatice cu pereţi moderat îngroşaţi, dar lignificaţi. Cantitatea de libriform este mai mare, fibrele acestuia având pereţi extrem de îngroşaţi, lumenul fiind adesea punctiform; doar axa rădăcinii are elemente cu pereţii mai subţiri, celulozici ori slab lignificaţi (Fig. 487).

Tulpină – treime superioară (Fig. 488, 494)

Conturul secţiunii transversale este poligonal-costat, cu coaste puţin proeminente.

Epiderma prezintă celule mari, alungite tangențial, cu peretele extern mai îngroşat decât ceilalți şi acoperit de o cuticulă subțire; în dreptul coastelor, celulele sunt izodiametrice şi cu peretele extern mai gros, în întregime cutinizat. Din loc în loc sunt vizibile stomate.

Scoarța este formată din 2-3 straturi de celule palisadice, relativ joase, iar stratul intern are celule izodiametrice sau alungite tangențial, reprezentând un adevărat endodermoid (Fig. 488). În coaste, sub epidermă se află câte un cordon de fibre sclerenchimatice cu pereții extrem de îngroşați, dar foarte slab lignificați.

Cilindrul central are țesuturi conducătoare de tip inelar, dar liberul este mai gros în dreptul coastelor tulpinale unde, la periferie, sunt vizibile cordoane de fibre sclerenchimatice asemănătoare celor hipodermice. Liberul cuprinde tuburi ciuruite, celule anexe şi foarte puține celule de parenchim. Inelul de lemn secundar este gros, compact, în el predominând libriformul (Fig. 488), format din elemente cu pereții puternic îngroşați şi moderat lignificați; vasele sunt rare, uneori deosebindu-se cu greu de fibrele libriforme.

Măduva este relativ subțire, parenchimatic-celulozică, de tip meatic, formată din celule mari, având pereți subțiri.

În **treimea mijlocie** (Fig. 489, 495), conturul secțiunii transversale devine aproape circular, coastele fiind mult atenuate.

Epiderma este acoperită de o cuticulă mai groasă. Cordoanele de sclerenchim hipodermic sunt mai groase (Fig. 489), iar scoarța palisadică este relativ mai subțire, cu celule mai joase; 1-2 straturi interne au celule izodiametrice.

Fasciculele de liber sunt mai groase, unite prin 1-2 straturi de elemente liberiene interfasciculare. Inelul de lemn secundar este mai gros şi mai intens lignificat, dar tot cu vase rare; fostele fascicule din structura primară proemină puternic în zona perimedulară, având mai multe vase lemnoase.

Măduva este mai groasă, cu celule mai mari.

În **treimea inferioară** (Fig. 496), coastele sunt uşor proeminente, scoarța este şi mai subțire, pierzându-şi caracterul de palisadă tipică.

Liberul formează un inel continuu, mai gros totuşi în dreptul coastelor, unde în imediata lui vecinătate sunt vizibile cordoane foarte subțiri de fibre sclerenchimatice. Inelul de lemn secundar este foarte gros, cu foarte mult libriform şi cu vase dispersate neregulat (Fig. 490).

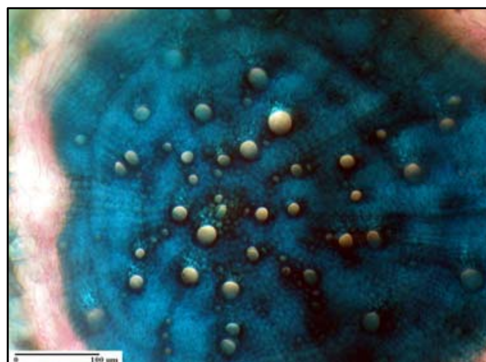


Fig. 485

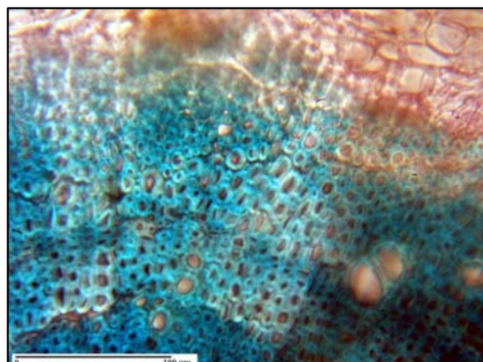


Fig. 486

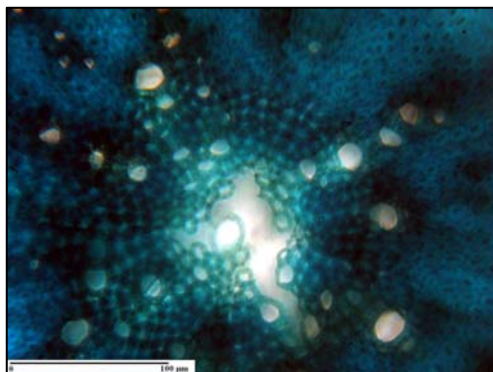


Fig. 487



Fig. 488

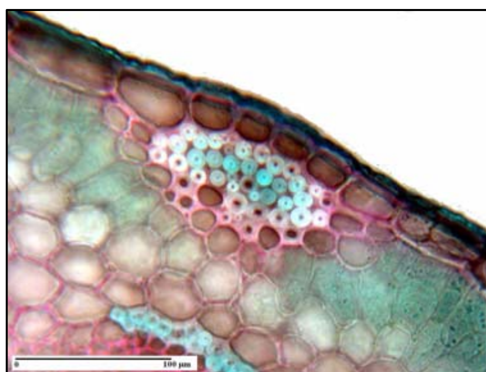


Fig. 489

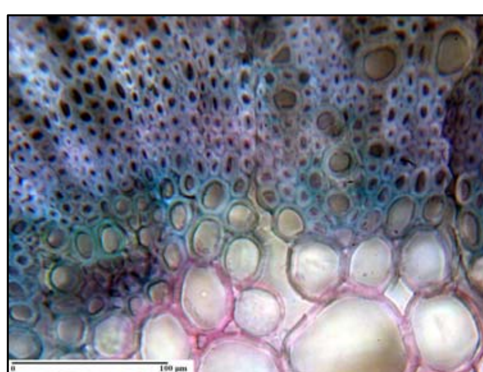
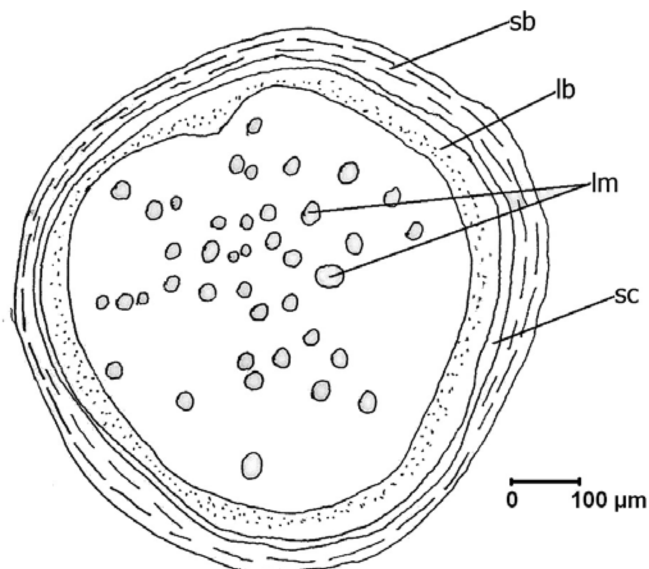
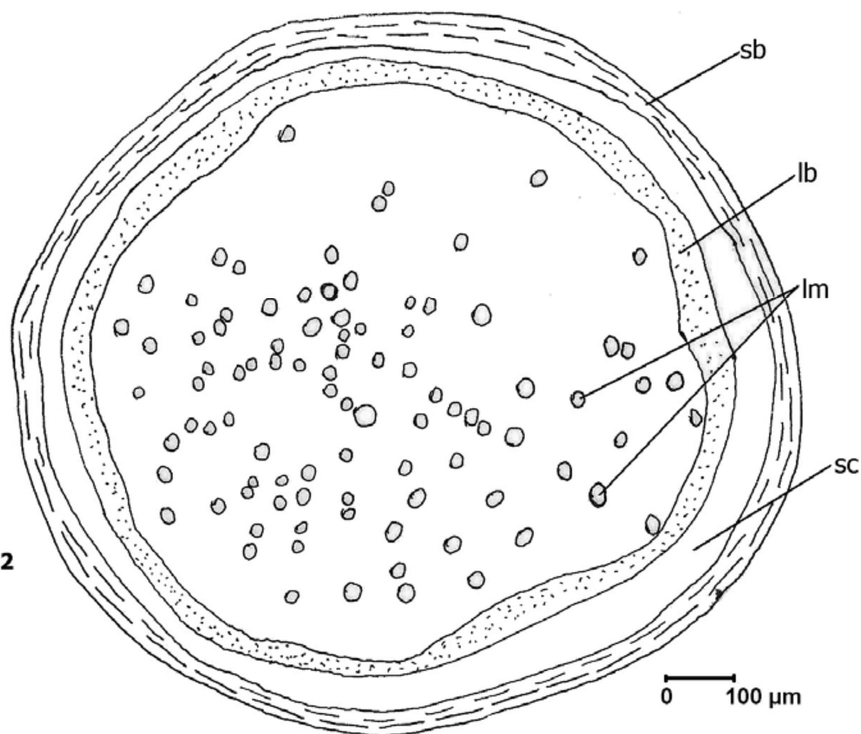


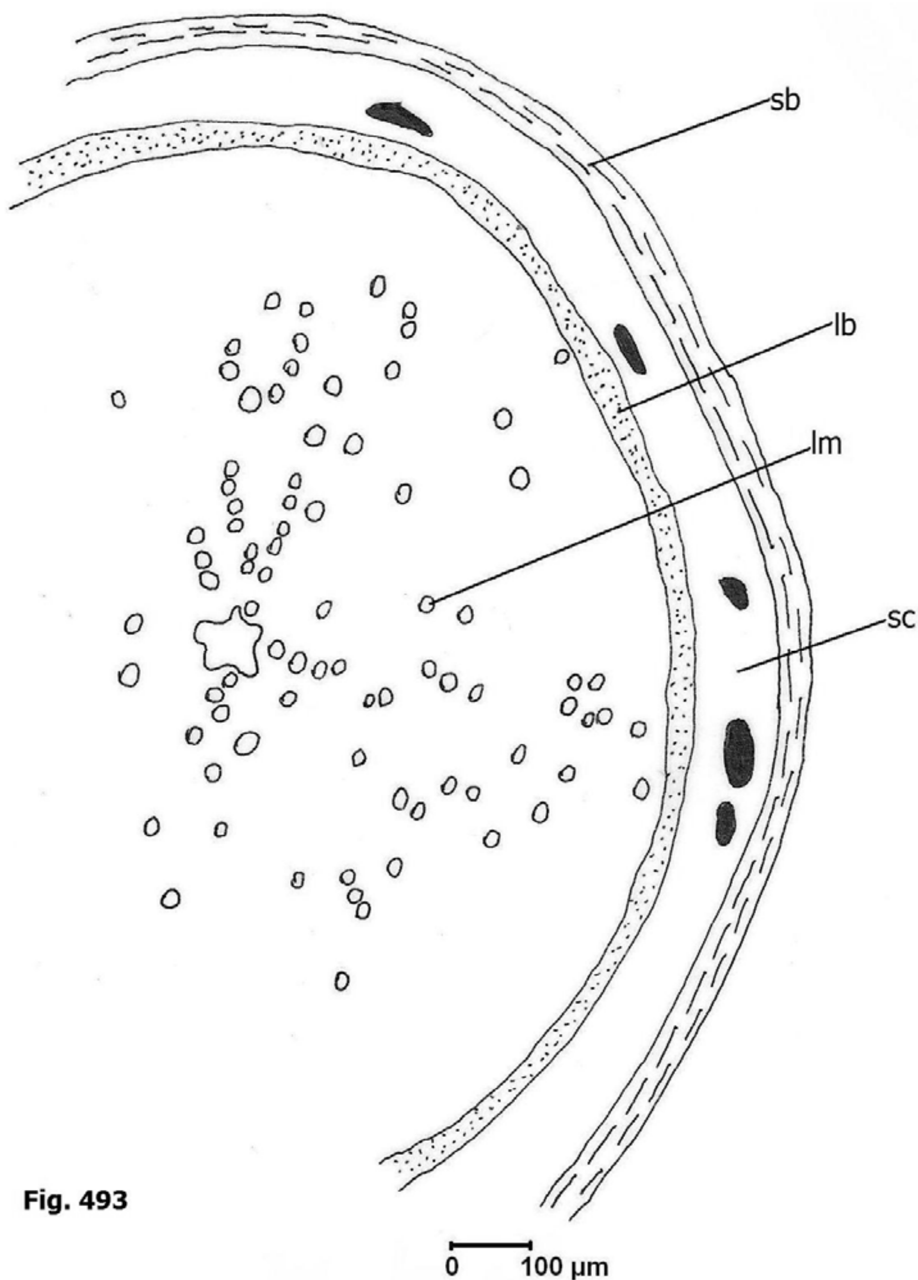
Fig. 490

Polygonum patulum. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 485), treime mijlocie (Fig. 486) şi treime superioară (Fig. 487); secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 488), treime mijlocie (Fig. 489) şi treime inferioară (Fig. 490).

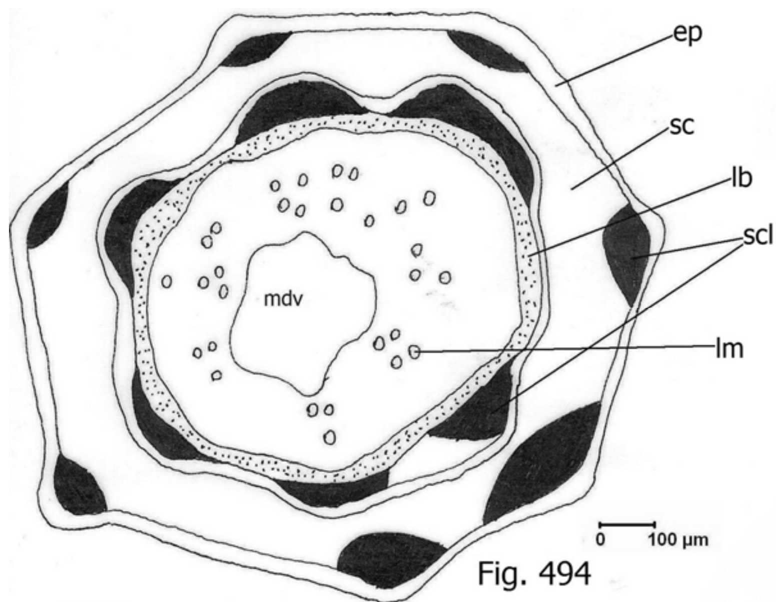


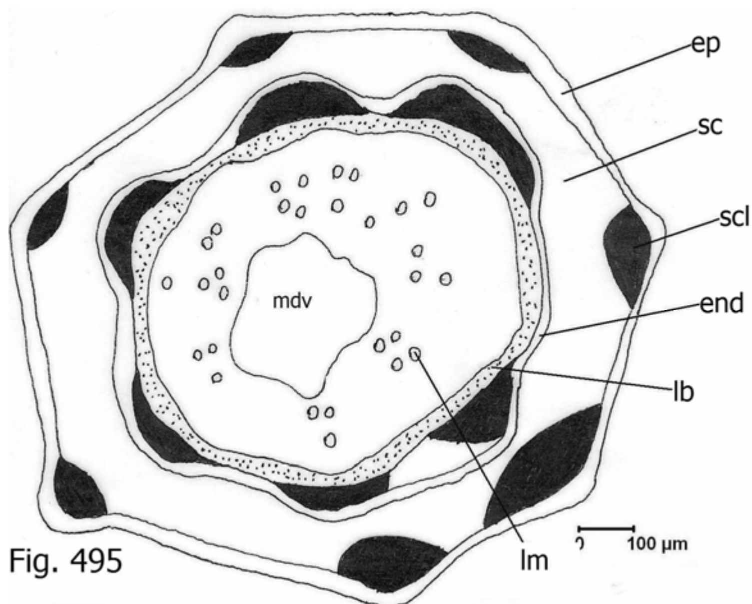


Polygonum patulum. Secțiuni transversale prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 491) şi treime mijlocie (Fig. 492): scheme.

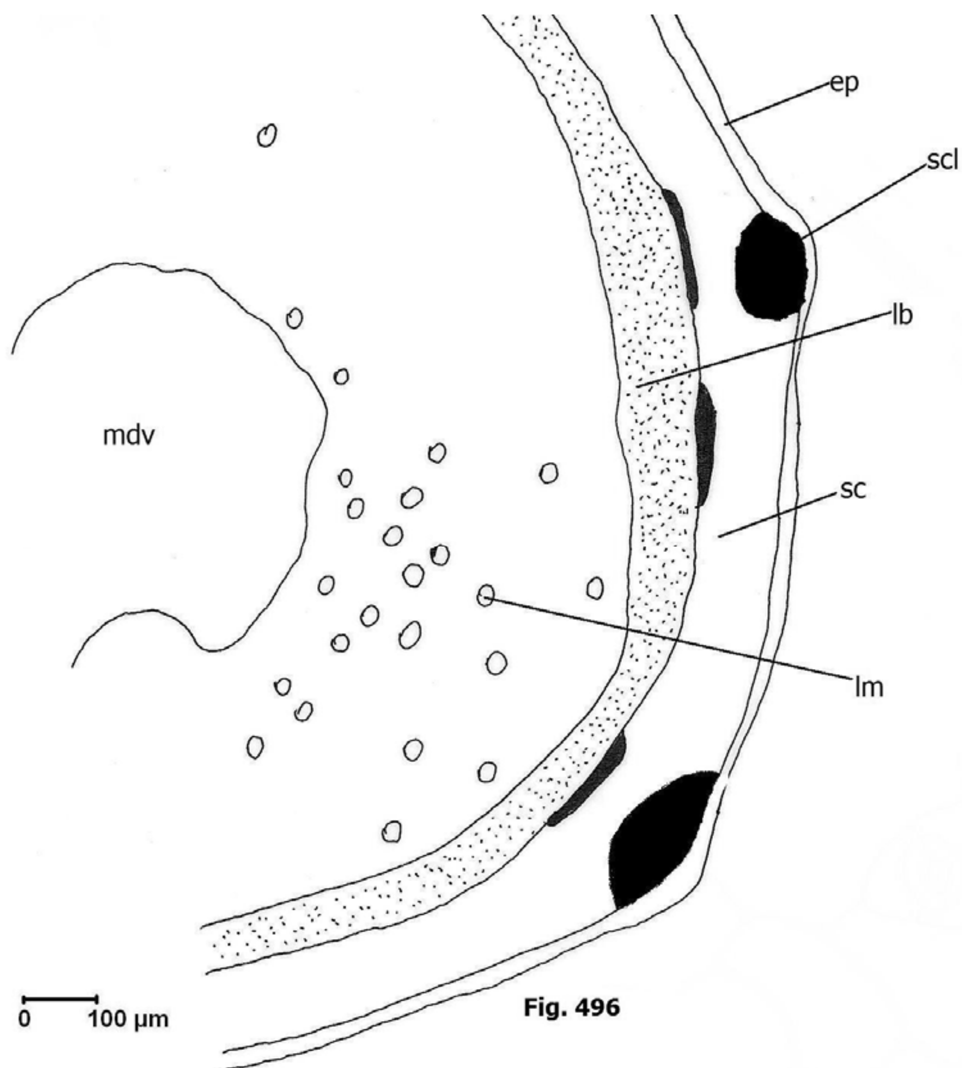


Polygonum patulum. Secțiune transversală prin rădăcină, treime inferioară (Fig. 493) (schemă).





Polygonum patulum. Secțiuni transversale prin tulpină, treime superioară (Fig. 494) şi treime mijlocie (Fig. 495): scheme.



Polygonum patulum. Secțiune transversală prin tulpină, treime inferioară (Fig. 496).

Frunza (Fig. 497-500)

Epiderma (Fig. 497, 498) văzută de faţă este formată în celule poligonale cu pereţii laterali drepţi; din loc în loc se observă stomate, mai adesea de tip anizocitic (Fig. 497-498). În lungul nervurilor, celulele epidermice sunt foarte lungi, cu pereţii laterali mai groşi. La marginile limbului, celulele au peretele extern puternic îngroşat şi bombat, devenind pe alocuri chiar papiliforme. Prin transparenţă se observă numeroşi ursini de oxalat de calciu.

În **secţiune transversală prin limb, treime superioară,** nervura mediană şi nervurile laterale de ordinul I uşor proeminente la faţa inferioară; în aceste nervuri se află câte un fascicul conducător, cel din nervura mediană fiind totdeauna mai mare şi cu fibre de sclerenchim la ambii poli. În dreptul acestui fascicul, sub ambele epiderme se află câte un cordon subţire de fibre sclerenchimatice, cu pereţii foarte groşi, dar nelignificaţi.

Epiderma prezintă celule izodiametrice sau uşor alungite tangenţial, mai mari la faţa superioară a limbului, având totdeauna peretele extern uşor bombat şi mai îngroşat decât ceilalţi. Din loc în loc se observă stomate în ambele epiderme, deci limbul este amfistomatic.

Mezofilul este de tip palisadic sub ambele epiderme, deci limbul are o structură bifacială ecvifacială. Ţesutul palisadic este format la ambele feţe din două straturi de celule, ceva mai înalte însă la faţa superioară.

Între cele două palisade se află celule izodoametrice, cele mai multe dintre ele conţinând câte un ursin de oxalat de calciu. La marginile limbului, tot mezofilul este de tip palisadic; între acesta şi epiderme se află câte un cordon gros de fibre sclerenchimatice; în dreptul lor, celulele epidermice sunt foarte mari, cu peretele extern gros şi puternic bombat.

În **treimea mijlocie** (Fig. 499, 500), nervura mediană proemină puternic la ambele feţe, dar mai ales la cea inferioară; între cordoanele de sclerenchim hipodermic şi fasciculele conducătoare (având şi ele fibre de sclerenchim la cei doi poli), se află celule izodiametrice de parenchim incolor (Fig. 499).

În **treimea inferioară**, nervura mediană proemină şi mai puternic, îndeosebi la faţa inferioară, iar palisada de la faţa superioară este ceva mai groasă, deci cu celule uşor mai înalte decât la faţa inferioară.

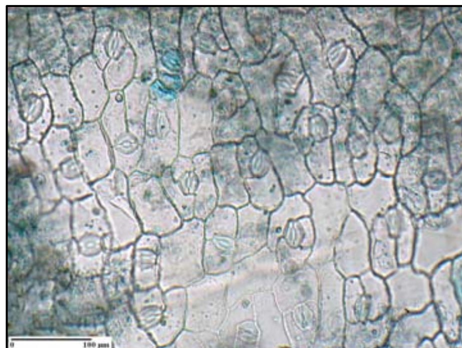


Fig. 497

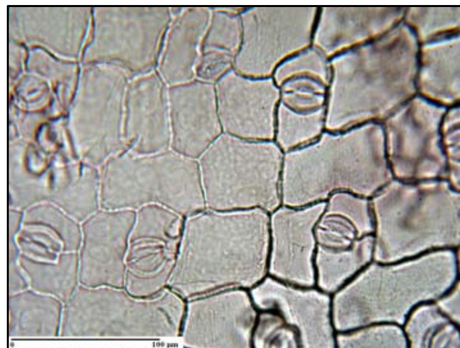


Fig. 498



Fig. 499

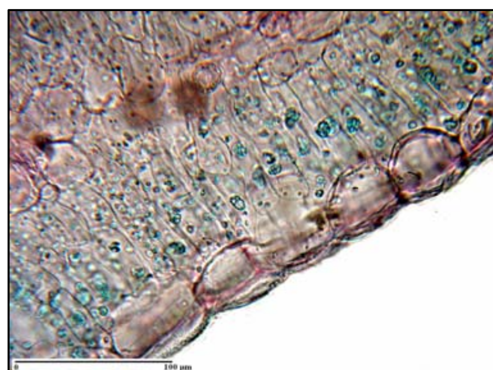


Fig. 500

Polygonum patulum. Epidermă foliară superioară (Fig. 497) şi epidermă inferioară (Fig. 498), văzute de faţă; secţiuni transversale prin limbul foliar, treime mijlocie (Fig. 499, 500).

CONCLUZII

În urma investigării histo-anatomice a organelor vegetative putem formula următoarele concluzii:

La reprezentanții familiei *Chenopodiaceae* (*Atriplex littoralis*, *A. prostrata*, *A. tatarica, Camphorosma annua, Halimione verrucifera*, *Petrosimonia oppositifolia, P. triandra, Salicornia europaea, Suaeda maritima*) s-a evidențiat fenomenul de ***policambie***. La toate speciile amintite, cambiile succesive au putut fi observate în structura ambelor organe vegetative axiale (rădăcină şi tulpină), la toate nivelurile. La *Atriplex prostrata* şi la *A. littoralis*, acest fenomen se observă doar spre baza celor două organe şi excepție face şi specia *Bassia hirsuta*, la care nu am evidențiat prezența şi activitatea cambiilor supranumerare la nici un nivel al organelor vegetative axiale; este, se pare, singura specie din familia *Chenopodiaceae* neafectată de activitatea cambiilor adiționale.

Cambiile succesive pot să lămurească anumite probleme de filogenie, atunci când apartenența unei specii la un grup sau altul este discutabilă, aşa cum afirmă şi Carlquist (2002, 2003) în studiile sale asupra anatomiei unor genuri din familiile *Simmondsiaceae*, *Amarantaceae.*

Deşi interpretarea policambiei în sens ecologic şi adaptativ este foarte dificil de făcut, aceasta şi din cauza faptului că lipsesc aproape cu desăvârşire studii în acest sens, am încercat, sub forma unei ipoteze, să explicăm acest fenomen presupunând că el ar putea constitui un mecanism implicat în reglarea conținutului de săruri, având astfel o valoare adaptativ-ecologică. Mărirea suprafeței interne a organelor afectate de policambie ar putea contribui la reținerea, diluția şi „întârzierea” transportului apei cu sărurile dizolvate în ea către părțile superioare ale plantei. Mărirea suprafeței ar însemna, inevitabil, un spațiu de dispersie a sărurilor, care sunt diluate totodată, fiind astfel, în cele din urmă, mai puțin nocive pentru plantă. Ipoteza noastră, publicată în 2006, a fost ulterior confirmată de cercetările lui Carlquist (2007), care exprimă aproximativ aceeaşi idee când, tratând despre policambie, afirmă că „*the alternation of vascular increments with parenchyma provided by the successive cambial mode of construction offers an ideal histological plan for storage and retrieval of photosynthates and water*.” (lucrarea citată, p. 327).

Lignificarea intensă ce însoțeşte activitatea cambiilor supranumerare poate fi stimulată de salinitate şi poate conferi şi o rezistență mecanică celulelor la presiunea osmotică ridicată a soluției solului.

La speciile de halofite colectate din habitate umede (*Aster tripolium* ssp. *pannonicus, Juncus gerardi, Spergularia media)* am evidențiat, în special la nivelul organelor vegetative subterane (rizom, rădăcină), dar şi la

cele supraterane (tulpină), ***formațiuni aerifere***; acestea constituie o trăsătură răspândită la specii din asemenea habitate, conferind rezistența necesară la posibilele perioade de hipoxie a solului (ca exemplu servind *Bolboschoenus maritimus*).

Am evidențiat la unele specii (*Artemisia santonicum, Juncus gerardi, Lactuca saligna, Salicornia europaea, Suaeda maritima, Bolboschoenus maritimus*) o ***endodermă*** tipică, caspariană, la nivelul organelor vegetative axiale. În acord cu unii autori, am interpretat această structură ca fiind o barieră ce controlează şi limitează pătrunderea de săruri în corpul plantelor; am mai pus in discuție, pe scurt, rolul deosebit de complex pe care îl poate juca, în acest sens, rădăcina în viața plantelor de sărături.

O altă constatare, destul de obişnuită şi de discutată la halofite, este cea care se referă la ***suculența*** organelor aeriene. Noi am pus-o în evidență, sub forma unor țesuturi acvifere şi, uneori, sub forma unui țesut palisadic bine dezvoltat, la: *Salicornia europaea, Suaeda maritima, Petrosimonia oppositifolia, P. triandra, Spergularia media.* Această trăsătură este destul de răspândită, aşa cum s-a putut vedea, în special la *Chenopodiaceae*. La specii de halofite din habitate mai umede (*Suaeda, Salicornia*), suculența asigură poziția erectă a plantelor şi posibila diluție a sărurilor; în plus, ea poate fi indusă şi „întreținută” de ionii de clor, deoarece se ştie că cele două specii enumerate au fost încadrate în grupa halofitelor ce edifică asociații clorurice. La xero-halofite (*Petrosimonia oppositifolia, P. triandra*), țesuturile acvifere constituie, în acelaşi timp, rezerva de apă necesară în perioade de uscăciune, precum şi mediu de diluție a sărurilor, cunoscând faptul că în condiții de uscăciune a solului, sărurile sunt mai concentrate. Celule acvifere am mai evidențiat la *Iris halophila* (la nivelul limbului şi spre vârful tulpinii aeriene), şi la *Atriplex prostrata* (doar în limbul foliar).

Traheidele din țesuturile suculente de la *Salicornia* reprezintă formațiuni foarte interesante, dar şi controversate în acelaşi timp. Deşi evidențiate încă de la sfârşitul secolului XIX, şi în zilele noastre se mai poartă discuții referitoare la funcția lor. Se presupune că ar fi implicate în bilanțul hidric al plantei, în toleranța la săruri, în susținerea mecanică, sau în depozitarea apei ori a aerului. Ele sunt localizate printre celulele palisadice, aproximativ perpendicular pe epidermă, fără să fi observat însă contacte directe între traheide şi epidermă, pe de o parte, între acestea şi sistemul conducător, pe de altă parte.

Perii secretori, vezicular („bladders”), de la *Atriplex tatarica* şi *Halimione verrucifera*, evidențiați la nivelul limbului foliar, reprezintă structuri foarte specializate, care intervin în acumularea şi eliminarea ulterioară a excesului de săruri. Ei sunt răspândiți mai ales la reprezentanți ai familiei *Chenopodiaceae,* fiind formați dintr-o celulă-pedicel şi una

veziculoasă, în care sunt acumulate sărurile, în vederea eliminării lor la suprafaţa limbului.

La nivelul limbului foliar de la specii de *Chenopodiaceae* am eviden-ţiat aranjamente particulare ale ţesuturilor, care definesc anumite tipuri de structuri, încadrate în denumirea generică de ***Kranz anatomy***. Aceste structuri sunt corelate cu fotosinteza de tip C_4. Astfel, la *Atriplex tatarica* am descris tipul ***atriplicoid***, adică o teacă de celule izodiametrice ce formează un strat mai mult sau mai puţin continuu în jurul fasciculelor vasculare. La *Petrosimonia opositifolia, P. triandra* şi *Camphorosma annua* am pus în evidenţă structuri de tip *Kranz anatomy* ce corespund tipului ***kochioid.*** Aceasta înseamnă, în linii mari, următoarea dispoziţie a ţesuturilor: epidermă (însoţită de hipodermă la *Camphorosma*), clorenchim extern (ţesut palisadic), clorenchim intern (un strat de celule mai mult sau mai puţin cubice) şi ţesut acvifer central, în care este împlântat de regulă un fascicul conducător mare. Cele două zone de clorenchim sunt dispuse în straturi discontinue pe circumferinţa organului.

Am reliefat, la nivelul limbului foliar, ***celule buliforme*** (*Puccinellia distans, Juncus gerardii, Bolboschoenus maritimus, Carex distans*), implicate cel mai adesea în înrularea/derularea frunzelor în condiţii de uscăciune. Dar, se pare, rolul lor este mai complex şi mai subtil decât la prima vedere. Deşi considerate un caracter de xerofitism, noi le-am evidenţiat la specii de higro-halofite; am arătat cu acest prilej că relevant nu este un factor ecologic văzut stabil şi invariabil, ci fluctuaţia acestuia pe parcursul unui sezon de vegetaţie, să spunem. Plantele enumerate mai sus le-am considerat „amfibii”, datorită capacităţii lor de a supravieţui şi unor perioade de uscăciune a solului, ceea ce impune, în plus, şi necesitatea unor xeromorfoze.

Rozeta de frunze bazale de la unele specii de halofite, precum: *Scorzonera cana* şi *Plantago schwarzenbergiana* se dovedeşte a fi o strategie utilă, pentru a face faţă unui conţinut ridicat de săruri; prin reînnoirea continuă a acestora şi prin împiedicarea ulterioară a transportului de săruri în corpul plantei, se poate contura un mecanism simplu, dar eficient pentru a controla conţinutul de săruri.

Cu acest prilej aducem completări şi la *Flora R.P.R/R.S.R* referitoare la caracterul de perenitate al speciilor halofile de *Lepidium: L. crassifolium, L. perfoliatum, L. latifolium.* În unele situaţii, în lucrarea menţionată, fie nu se pomeneşte nimic despre caracterul peren al speciei (*L. perfoliatum*), fie se precizează că este vorba despre o plantă perenă, fără a se aminti organul care conferă acest caracter (*L. crassifolium, L. latifolium)*. Noi am evidenţiat şi investigat ***rizomul***, organ ce conferă, de fapt, perenitatea acestor specii.

În general, din ce am reuşit să investigăm, putem afirma că la halofite există unele **adaptări** evidente şi bine consolidate, care le permit să supravieţuiască în medii hipersaline. Aceste trăsături caracterizează mai curând halofitele „obligate", adică specii adaptate unor condiţii de salinitate ridicată, specii care definesc cu predilecţie sărăturile şi care nu se găsesc pe alte tipuri de soluri, decât pe sărături. Aceste observaţii ne-au permis să formulăm o ipoteză a adaptărilor histo-anatomice „extreme" la halofite. Caracterele mai evidente şi mai „spectaculoase", puse în relaţie cu o halofilie pronunţată, au fost evidenţiate la specii de halofite adaptate la condiţii de salinitate sporită (şi de regulă la specii care apar constant *numai* în sărături puternice). În acord cu aceste precizări putem numi aceste specii de halofite ***extremohalofite***. Din contră, specii de halofite suportante, accidentale sau preferante nu au caractere histo-anatomice pe care să le putem corela, în mod foarte clar, cu factorul salinitate. Ele sunt mai degrabă supuse unor multiple influenţe ale factorilor de mediu, printre care şi salinitatea solului; dar acesta nu este factorul major care să fi indus sau să inducă adaptări spectaculoase; putem numi aceste specii ***mezohalofite***.

Noi folosim şi propunem aceşti termeni înainte de toate în sens etimologic: să considerăm o axă imaginară a salinităţii solului, care are un minim (corespunzând, să spunem, ***glicofitelor***), o medie (mijlocul axei), corespunzând ***mezohalofitelor*** şi un maxim (oricum relativ, niciodată absolut), corespunzând ***extremohalofitelor.*** Toate aceste categorii de halofite au, în consecinţă, trăsături mai mult sau mai puţin evidente faţă de factorul salinitate; ceea ce atestă, logic, dependenţa de intensitatea acestui factor: mai bine pronunţate în sensul salinităţii extreme şi mai puţin evidente la capătul opus, în direcţia *glicofiliei* (cum se poate observa în schema de la pagina 298).

Termenul de extremofil s-a aplicat până acum numai microorganismelor adaptate să supravieţuiască unor condiţii extreme de trai (Rainey şi Oren, 2006).

Această extrapolare de la microorganisme şi caracterul lor extremofil la halofite este, înainte de toate, deschizătoare de noi drumuri. Întrebarea cea mai stringentă şi îndrăzneaţă care se pune este dacă extremofilele actuale s-au adaptat doar recent la condiţii extreme de trai, sau pot constitui, de fapt, vestigii ale unor tipuri străvechi de organisme care au evoluat în condiţiile extreme ale Pământului primordial.

De fapt, studiul extremofilelor joacă un rol cheie în înţelegerea apariţiei şi evoluţiei vieţii, atât pe Pământ, cât şi în întregul Univers unde condiţii actuale de mediu simulează foarte bine condiţiile arhaice ale Pământului.

Ca o concluzie finală, pe baza trăsăturilor morfo-anatomice ale halofitelor investigate de noi **am clasificat** halofitele, conform aşezării lor pe axa salinităţii, aşa cum putem observa din schema alăturată (pag. 298). *Chenopodiaceele* suculente sunt cele mai bine adaptate la condiţii de salinitate ridicată: *Salicornia, Suaeda, Halimione, Petrosimonia oppositifolia, P. triandra.* Ele sunt cel mai apropiate de conceptul de *extremohalofite.* Deoarece nu sunt întâlnite decât pe sărături (adesea chiar foarte puternice), putem să le catalogăm ca *extremohalofite ireversibile.*

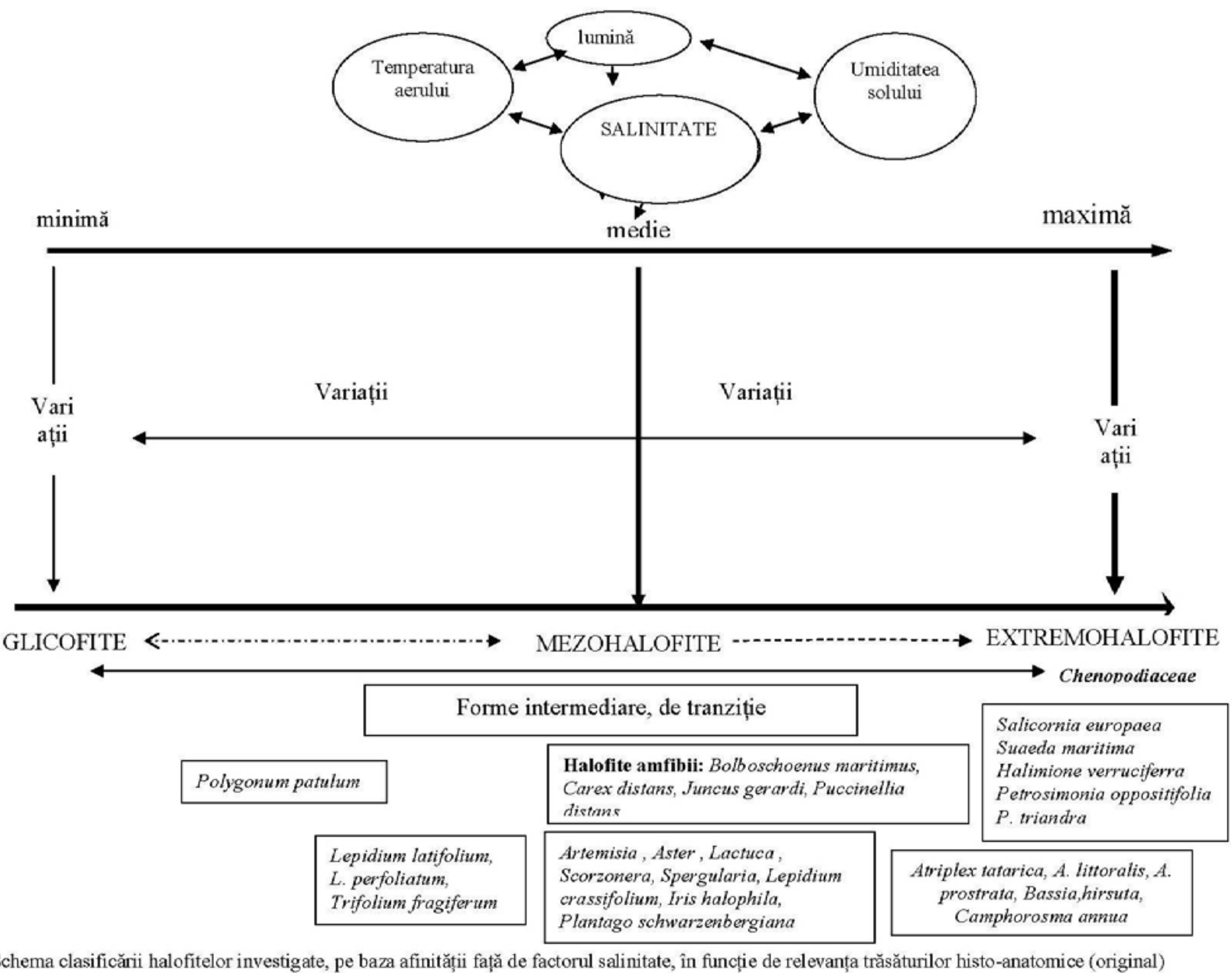
Puţin mai îndepărtat de extrema salinităţii am plasat pe: *Atriplex littoralis, A. prostrata, A. tatarica, Bassia hirsuta, Camphorosma annua.* Spectrul ecologic al acestora este ceva mai larg şi nu mai sunt atât de strict dependente de salinitatea crescută, ca celelalte specii de *Chenopodiaceae* enumerate mai sus. Deoarece aceste specii pot trece şi pe sărături (uneori pe nisipuri) mai puţin puternice, putem să le numim *extremohalofite reversibile.* Trebuie spus, de altfel, că familia *Chenopodiaceae*, din punct de vedere evolutiv-adaptativ, este considerată cea mai specializată faţă de factorul salinitate (Hansen, 1956) şi, în consecinţă, cuprinde genuri cu trăsături histo-anatomice foarte spectaculoase.

Ceva mai îndepărtat de acest punct maxim[27] al salinităţii am plasat halofitele amfibii (*Bolboschoenus maritimus, Carex distans, Juncus gerardi, Puccinellia distans*), care de regulă sunt halofite de locuri umede, dar care pot fi expuse şi uscăciunii, la nivelul părţilor subterane, în urma unor perioade de secetă. Ele rămân, totuşi, apropiate de extremohalofite; sub rezerva faptului că, pe parcursul acestor perioade de uscăciune rizosferică, sărurile se pot concentra mai mult, ceea ce reclamă strategii de supravieţuire.

Cam în acelaşi plan am încadrat şi speciile: *Artemisia santonicum, Scorzonera cana, Lactuca saligna, Plantago schwarzenbergiana,* de locuri mai uscate şi pe *Aster tripolium* şi *Spergularia media*, de locuri ceva mai umede; *Iris halophila* este o specie ce suportă atât un sol umed, cât şi unul uscat (celulele taninifere de la nivelul rizomului ar putea să asigure rezistenţa acestuia la putrezire, atunci când solul se poate colmata).

Aproape de mezohalofite şi mai îndepărtat de glicofite am plasat speciile *Lepidium latifolium, L. perfoliatum* şi *Trifolium fragiferum;* acestea pot suporta o salinitate scăzută, dar nu au trăsături neapărat „spectaculoase”, care să ateste dependenţa de salinitate.

[27] Termenii de minim, mediu şi maxim din schema pe care am realizat-o au o valoare didactică în primul rând, şi nu corespund neapărat realităţii. În esenţă, variaţiile factorilor de mediu imprimă acestor repere un veritabil caracter relativ.



Schema clasificării halofitelor investigate, pe baza afinității față de factorul salinitate, în funcție de relevanța trăsăturilor histo-anatomice (original)

Cel mai îndepărtat de salinitatea crescută pare să fie *Polygonum patulum,* o specie întâlnită mai degrabă accidental în sărături.

Schema de mai sus ilustrează, sintetic, şi viziunea noastră asupra halofitelor, asupra clasificării lor ecologice, pe baza caracterelor histo-anatomice: speciile strict adaptate la salinitate prezintă adaptări mai clare şi mai relevante față de un anumit factor; formele „intermediare" („de mijloc") prezintă trăsături din ce în ce mai puțin pronunțate pe măsură ce ne îndepărtăm de „extremele" unui factor ecologic, în speță salinitatea solului.

ABSTRACT

Salinisation is currently one of the biggest problems facing Earth agriculture. In a continuous increase of world population, obtaining of salt tolerant crops represents a true priority. Halophytes have been defined as salt-tolerant plants having therefore, cellular, biochemical, physiological and anatomical mechanisms allowing them to survive in high salinity conditions.

This work represents an anatomical and ecological monograph of halophyte species from Moldova (North-Eastern Romania), representing the results of investigations conducted over many years. Thus, 26 taxa were investigated; these species belong to different botanical families and constitute a heterogeneous group of plants collected from different saline – some dry, others wet habitats.

Ecological anatomy approach involves a correlation between structure and habitat, between certain well-defined anatomical adaptations and some environmental factors such as salinity, soil moisture or dryness. In some cases, finding such correlations has been proved facile, while in other cases, some anatomical adaptations remain controversial, because their function is not fully elucidated.

In the introductory part of the book, we have discussed some theoretical issues related to definition and classification of halophytes and the relationship between halophytes and salt stress, the latter one being one of the most intensely studied in plant biology field. We are keeping open the question whether anatomical adaptations of halophytes are the result of formative effect of salts, salt stress damage or an expression of positive adaptation, allowing plants to withstand in hypersaline environments.

The proper part of the work refers to the histo-anatomical study of halophyte species. Ecological interpretations were made whenever possible, in concordance with the evidenced and discussed structure. As a general rule, we have seen that in most cases, histo-anatomical features are logically linked to environmental factors, thus being the effect of environmental factors.

We found that taxa included in the *Chenopodiaceae* (*Atriplex littoralis, A. prostrata, A. tatarica, Camphorosma annua, Halimione verrucifera, Petrosimonia oppositifolia, P. triandra, Salicornia europaea, Suaeda maritima*) show successive cambia phenomenon on vegetative axial organs (root, stem) level. Regarded by many authors as a structural anomaly, the connection of this phenomenon with salinity factor remains unclear. Although the interpretation of this phenomenon is very difficult to be done in ecological and adaptive direction, because here is almost a

completely lack in some studies, so we tried, as a hypothesis, to explain this phenomenon. We have assumed that additional cambia phenomenon might be a mechanism involved in regulation of salt content, thus having an adaptive and ecologic significance. Certainly, it is has been sometimes shown the fact that the intense lignification which is provided by the activity of successive cambia can be stimulated by salinity. Therefore, this could confer mechanical resistance of cells to high osmotic pressure of soil solution.

Halophyte species collected from wet habitats (*Aster tripolium* ssp. *pannonicus*, *Juncus grardi, Spergularia media*) present aerenchyma, especially in underground organs (rhizome, root). This feature is a common adaptation in species vegetating in such habitats, supplying the plant with oxygen during the possible hypoxia conditions.

Another interesting anatomical feature is a well developed endodermis, evidenced in some species (*Artemisia santonicum*, *Juncus gerardi*, *Lactuca saligna*, *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima*, *Bolboschoenus maritimus*), on axial vegetative organs level. We have viewed this structure as a barrier that controls and limits the salt penetration in plant body.

Other adaptation, relatively common on halophytes and intensely discussed, is the shoot succulence. We have evidenced this feature, expressed by a water storage tissue and sometimes by a well-developed palisade tissue, in: *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima*, *Petrosimonia oppositifolia*, *P. triandra* and *Spergularia media*. On halophyte species growing in wet habitats (*Suaeda*, *Salicornia*), the succulence ensures the erect position of plant and the potential dilution of toxic salts. In addition, the succulence can be induced and developed by chlorine ions as it is known that the two species listed above have been included in the chloruric plant associations. In xero-halophytes (*Petrosimonia oppositifolia* and *P. triandra*) the water storage tissues constitute, in the same time, a water reservoir needed in the dry seasons. Moreover, at these species, the succulence also facilitates the salt dilution, because in dry conditions salts become more concentrated in root zone.

Traheids occuring in succulent tissues of *Salicornia* are very interesting but also controversial structures. It is assumed that these tracheids are involved in plant water balance, salt tolerance, mechanical support and water or air storage. They are located among the palisade cells, approximately perpendicular to the epidermis, with no direct conection neither with epidermis, on the one hand, neither with vascular system of plant, on the other hand.

The vezicular, salt-secreting hairs (bladders) of *Atriplex tatarica* and *Halimione verrucifera*, evidenced in the leaf structure, are highly specialized structures, involved in the accumulation and subsequent removal of salts in excess. They are characteristic mainly in the *Chenopodiaceae*, and consist in a stalk-cell and a vezicular (bladder) cell, where salts are accumulated in order to be eliminated on leaf surface. The secretory pathway, chosen by many halophyte species (crynohalophytes) represents an important adaptive strategy in salt tolerant plants life.

Another adaptive mechanism related to the C_4 photosynthesis, is the so-called Kranz Anatomy configuration, in the leaf structure of some *Chenopodiaceae* species. Thus, we have described the atriplicoid sub-type on *Atriplex tatarica*, meaning that here is a sheath formed by izodiametric cells that form a layer more or less continuous around the vascular bundles. On *Petrosimonia opositifolia, P. triandra* and *Camphorosma annua* we have described the kochioid sub-type included in Kranz anatomy. This means, mainly, the following tissues dispozition: epidermis (with hypodermis on *Camphorosma*), external chlorenchyma (palisade tissue), internal clorenchyma (a layer of more or less cubic cells) and central, water storage tissue in which usually here a great vascular bundle is located. The two chlorenchyma tissues are arranged in two discontinuous layers, arround the leaf.

We have also evidenced bulliform cells (*Puccinellia distans, Juncus gerardi, Bolboschoenus maritimus, Carex distans*), at leaf epidermis level; these cells are mostly involved in leaves rolling in dry habitat conditions. But, apparently, their role is more complex and subtle than at first sight. Although they are considered a xerophytic character, we have evidenced them on hygro-halophyte species. In such a context, we think that here is not relevant to consider one single environmental factor, seen stable and fixed, but its fluctuation during one growing season. The plants listed above have been called amphibious halophytes, due to their ability to survive in dry soil conditions, and this real possibility requires, in addition, the presence of xeromorphytic features.

In general, as a result of our investigations, we can say that there are some obvious anatomical adaptations of halophytes, well defined, enabling them to survive in hypersaline environments. These features characterize the „obligatory" halophytes – species adapted to high salinity conditions, which are strictly restricted to salty areas, and are not found on other soil types than the saline ones. These observations allowed us to formulate a hypothesis regarding the „extreme" adaptations of halophytes to salinity. The most evident and „spectacular" characters, linked to halophilous profile

were observed on halophyte species adapted to higher salinity conditions (and usually on the species that occur only in high salinized areas).

Following our investigations and given interpretations, we have proposed a new system of halophytes classification, based on the relevance of anatomical adaptations correlated with the intensity of environmental factors (most oftenly, soil salinity). Thus, the *Chenopodiaceae* succulent species best adapted to high salinity conditions (*Salicornia*, *Suaeda*, *Halimione*, *Petrosimonia oppositifolia* and *P. triandra*) were nominated as extremohalophytes; in addition, because they grow only in very salinized environments, we apllied to them the term irreversible halophytes.

Atriplex littoralis, A. prostrata, A. tatarica, Bassia hirsuta, Camphorosma annua species, which have a large ecological spectrum and they are not so strictly related to increased salinity, were called by us as reversible halophytes. These species may also pass in less salinized environments.

The suporting, accidental or preferential halophytes which don't have histo-anatomical characters very clearly correlated to salinity factor were called mesohalophytes. They are more subjected to multiple influences of environmental factors, including soil salinity, but this is not the major factor inducing spectacular adaptations within this group of halophyte species. In the mesohalophytes group, the above mentioned amphibious halophytes could be included.

Our investigations and observations suggest that here is a relevant correlation between histo-anatomical features of halophytes and ecological factors of environments where they vegetate.

BIBLIOGRAFIE

1. ADAMS P., THOMAS J.C., VERNON D.M., BOHNERT H. J., JENSEN R.G., 1992 – Distinct cellular and organismic responses to salt stress. Plant Cell. Physiol., **33**: 1215-1223
2. ALBERNETHY G. A., FOUNTAIN D. W., MCMANUS M. T., 1998 – Observations on the leaf anatomy of *Festuca novae-zelandiae* and biochemical responses to a water deficit. New Zeal. J. Bot., **36**, 1: 113-123
3. ALVAREZ J. M., ROCHA J. F., MACHADO S. R., 2003 – Ultrastructural aspects of bulliform cells in two Cerrado Grass species. Proc. Of the XIX Congr. Brazil. Soc. Microscopy and Microanalysis (abstract)
4. ALVAREZ J. M., ROCHA J. F., MACHADO S. R., 2008 – Bulliform cells in *Loudetiopsis chrysothrix* (Ness) Conert and *Tristachya leiostachya* Nees (Poaceae): Structure in relation to function. Braz. Arch. Biol. Technol., **51**, 1: 113-119
5. AMZALLAG G. N. , 1994 – Influence of parental NaCl treatment on salinity tolerance of offspring in *Sorghum bicolor* (L.) Moench. New Phytol., **128**: 715-723
6. AMZALLAG G. N., LERNER H. R., POJAKOFF-MAYBER, 1990 – Induction of increased salt tolerance in *Sorghum bicolor* by NaCl pretreatment. J. Exp. Bot., **41**: 29-34
7. ANDERSON C. E., 1974 – A review of structure in several North Carolina salt marsh plants. In. *Ecology of Halophytes* (ed. by R. J. REIMOLD, W. H. QUEEN), Academic Press, New York, London: 307-344
8. ANDREI M., 1978 – *Anatomia plantelor.* Edit. Did. şi Pedag., Bucureşti
9. ANDREI M., 1997 – *Morfologia generală a plantelor.* Edit. Enciclop., Bucureşti
10. ARESCHOUG F., 1878 – *Jemförande undersökningar öfver bladets anatomi*, Lunds Universitets Aarsskrift
11. ARRIAGA M. O., JACOBS W. L., 2006 – An anatomo-ecological experiment in *Austrostipa aristiglumis*, a lowland Stipoid species. Telopea, **11**, 2: 161-170
12. ARMSTRONG W., 1979 – Aeration in higher plants. Adv. Bot. Res., **7**: 225-332 (abstract)
13. BARTELS DOROTHEA, SUNKAR R., 2005 – Drought and salt tolerance in plants. Crit. Rev. Plant Sci., **24**: 23-58

14. BARY de, A., 1884 – *Comparative anatomy of the vegetative organs of the Phanerogams and Ferns.* Clarendon Press, Oxford
15. BATALIN A., 1884 – Wirkung des Chlornatriums auf die Entwicklung von *Salicornia herbacea* L. Bull. Congrès internat. St. Pétersburg
16. BAUMEISTER W., KLOOS G., 1974 – Über die salzsekretion bei *Halimione portulacoides* (L.) Aellen. Flora, **163**: 310-326
17. BERCU RODICA, BAVARU ELENA, 2005 – Contribuţii la cunoaşterea anatomiei speciei *Salicornia europaea* L. (*Chenopodiaceae*). Lucr. Şt. Univ. Şt. Agr. Med. Vet. „Ion Ionescu de la Brad" Iaşi, ser. Hort., anul XLVII, **1**, 48: 625-630
18. BICKENBACH K., 1932 – Zur Anatomie und Physiologie einiger Strand und Dünenpflanzen. Beitrage zum Halophytenproblem. Beitr. Z. Biol. Pflanz., **15**: 334-370
19. BINZEL M.L., HESS F.D., BRESSAN R.A., HASEGAWA P. M., 1988 – Intracellular compartmentation of ions in salt adapted tobacco cells. Plant Physiol., **86**: 607-614
20. BLACK R. F., 1956 – Effect of NaCl in watercultures on the ion uptake and growth of *Atriplex hastata.* Australian J. Biol. Sci., **9**: 65-80
21. BOHNERT H.J., JENSEN R. G., 1996 – Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. Trends Biotechnol., **14:** 89-97
22. BOHNERT H.J., BO S., 1999 – Transformation and compatible solutes. Scientia Hortic., **78**:237-260
23. BONNETT H. T., 1968 – The root endodermis: fine structure and function. J. Cell Biol., **37**: 199-205
24. BONNIER G., LECLERC DU SABLON L., 1905 – *Cours de Botanique*. *Phanérogames*. Librairie Générale de l´ Enseignement, Paris
25. BOODLE L. A., 1904 – Succulent leaves in the Wall-Flower (*Cheiranthus cheiri*). New Phytol., **3:** 39-46
26. BRAUN Y., HASSIDIM M., LERNER H.R., REINHOLD L., 1986 – Studies on H^+ – translocating ATPase in plants of varying resistance to salinity. I. Salinity during growth modulates the proton pump in the halophyte *Atriplex nummularia*. Plant Physiol., **81**: 1050-1056
27. BRECKLE S.- W., 1995 – How do halophytes overcome salinity? In: *Biology of Salt Tolerant Plants* (ed. by M. A. KHAN, I. A. UNGAR), Department of Botany, University of Karachi, Pakistan: 199-213
28. BUCUR N., DOBRESCU C., TURCU GH., LIXANDRU GH., TEŞU C., DUMBRAVĂ I., AFUSOAIE, 1957 – Contribuţii la studiul halofiliei plantelor din păşuni şi fâneţe de sărătură din Depresiunea Jijia-Bahlui (partea a I-a). Stud. şi Cerc. (Biol. şi Şt. Agric.) Acad.R.P.Române, filiala Iaşi, **8**, 2: 277-317

29. BUCUR N., DOBRESCU C., TURCU GH., LIXANDRU GH., TEŞU C., 1960 – Contribuții la studiul halofiliei plantelor din păşuni şi fânețe de sărătură din Depresiunea Jijia-Bahlui (partea a II-a). Stud. şi Cerc. (Biol. şi Şt. Agricole) Acad. R.P.Române, filiala Iaşi, **11**, 2: 333-347
30. BUCUR N., DOBRESCU C., TURCU GH., LIXANDRU GH., TEŞU C., 1961 – Contribuții la studiul halofiliei plantelor din păşuni şi fânețe de sărătură din Depresiunea Jijia-Bahlui (partea a III-a). Stud. şi Cerc. (Biol. şi Şt. Agricole) Acad. R.P.R., filiala Iaşi, **12**, 1: 169-190
31. BURDUJA C., TONIUC ANGELA, 1984 – Données céno-écologiques et histo-anatomiques sur les espèces *Juncus acutus* L. et *J. maritimus* Lam. Acta Botanica Horti Bucurestiensis. Volum omagial dedicat Centenarului Herbarului Grădinii Botanice Bucureşti: 93-96
32. CAROLIN R. C. S., JACOBS W. L., WESK M., 1975 – Leaf structure in *Chenopodiaceae*. Bot. Jahrb. Syst. Pflanzen. Pflanzengeographie, **95**: 226-255
33. CARLQUIST S., 1975 – Wood anatomy of *Onagraceae*, with notes on alternative modes of photosynthate movement in dicotyledonous woods. Ann. Missouri Bot. Garden., **62**: 386-424
34. CARLQUIST S., 2002 – Wood anatomy and successive cambia in *Simmondsia* (*Simmondsiaceae*): evidence for inclusion in *Caryophyllales* S. L., Madrono, **49**, 3: 158-164
35. CARLQUIST S., 2003 – Wood and stem anatomy of woody *Amaranthaceae* S. S.: Ecology, systematics and the problems of defining rays in dicotyledons. Bot. J. Linn. Soc., **143**: 1-19
36. CARLQUIST S., 2007 – Successive cambia revisited: ontogeny, histology, diversity, and functional significance. J. Torrey Bot. Soc., **134**, 2: 301-332
37. CASAS A. M., BRESSAN R.A., HASEGAWA P. M., 1991 – Cell growth and water relations of the halophyte *Atriplex nummularia* L., in response to NaCl. Plant Cell Rep., **10**: 81-84
38. CHAPMAN V. J., 1937 – Note on a dune drainage system. Mem. Proc. Manch. Lit. and Phil. Soc., **81**; 77-85
39. CHAPMAN V. J. , 1942 – The new perspective in the halophytes. Quart. Rev. Biol., **17** (4); 291-311
40. CHAPMAN V. J., 1960 – *Salt marshes and salt deserts of the world*. Plant Science Monographs, Interscience Publishers, Inc., New York
41. CHERMEZON H., 1910 – Recherches anatomiques sur les plantes littorales. Ann. Sci. Nat., sér.9, Bot., **20**: 117-129, 270-274, 299-307
42. CHIFU T., MÂNZU C., ZAMFIRESCU O., ŞURUBARU B., 2001 – *Botanică Sistematică. Cormobionta,* Edit. Univ. „Al. I. Cuza" Iaşi

43. CIOCĂRLAN V., 2009 – *Flora ilustrată a României*. Edit. Ceres, Bucureşti
44. CLARKSON D. T., ROBARDS A. W., 1975 – The endodermis, its structural development and physiological role. In: *The development and function of roots* (ed. by J. G. TORREY, D. T. CLARKSON), Academic Press, London: 415-436
45. CLARKSON D. T., ROBARDS A. W., SANDERSON J., PETERSON C. A., 1978 – Permeability studies on epidermal-hypodermal sleeves isolated from roots of *Allium cepa* (onion). Can. J. Bot., **56**: 1526-1532
46. CLARKSON D. T., ROBARDS A. W., STEPHENS J. E., STARK M., 1987 – Suberin lamellae in the hypodermis of maize (*Zea mays*) roots: development and factors affecting the permeability of hypodermal layers. Plant Cell and Environ., **10**: 83-93
47. CLEMENTS F. E., 1920 – *Plant indicators. The relation of Plant Communities to process and practice.* Carnegie Institution of Washington
48. COOIL B.J., de la FUENTE R.K., de la PENA R.S., 1965 – Absorption and transport of sodium and potassium in squash. Plant. Physiol., **40**: 625-632
49. COLMER T. D., 2003 – Long-distance transport of gases in plants: a perspective on internal aeration and radical oxygen loss from roots. Plant, Cell and Environ., **26**: 17-36
50. COLMER T. D., FLOWERS T. J., 2008 – Flooding tolerance in halophytes. New Phytol., **179**: 964-974
51. COOKE F. W., 1911 – Observations on *Salicornia australis*. Trans. Proc. New Zeal. Inst., **44**: 349-362
52. COOPER A., 1982 – The effects of salinity and waterlogging on the growth and cation uptake of salt marsh plants. New Phytol., **90**: 263-275
53. CROSS B. D., 1909 – Observations on some New Zealand halophytes. Trans. Proc. New Zeal. Inst., **42**: 545-574
54. CUTLER D. F., 1969 – *Anatomy of the Monocotyledons. IV. Juncales*. Clarendon Press, Oxford
55. DANGEARD P. A., 1888 – Note sur la gaine foliaire des *Salicornieae.* Bull. Soc. Bot. France, **35**: 157-160
56. DAVIDESCU D., CALANCEA L., DAVIDESCU VELICIA, LIXANDRU GH., ŢÂRDEA C., 1981 – *Agrochimie*. Edit. Did. şi Pedag., Bucureşti
57. DICKISON W. C., 2000 – *Integrative Plant anatomy,* Harcourt Academic Press, Sandiego, San Francisco, New York, Boston, London, Toronto, Sydney, Tokyo

58. DUVAL-JOUVE M., 1868 – Des *Salicornia* de l'Hérault. Observations anatomiques et morphologiques. Bull. Soc. Bot. France, **15**: 132-140
59. ELEFTHERIOU E. P., NOISTAKIS B., 1978 – A comparative study on the leaf anatomy of the grasses *Andropogon ischaemum* and *Chrysopogon gryllus*. Phyton, **19**: 27-36
60. ELLENBERG H., 1974 – *Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas*. 5 Scripta Geobotanica, **9**: 7-97
61. ELLIS R. P., 1976 – A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. Bothalia, **12**: 65-409 (abstract)
62. ENSTONE D. E., PETERSON C. A., 1997 – Suberin deposition and band plasmolysis in the corn (*Zea mays* L.) root exodermis. Can. J. Bot., **75**: 1188-1199
63. ENSTONE D. E., PETERSON C. A., 1998 – Effects of exposure to humid air on epidermal viability and suberin deposition in maize (*Zea mays* L.) roots. Plant Cell and Environ., **21**: 837-844
64. ESAU K., 1965 – *Plant anatomy* (second edition). John Wiley and Sons, New York, London, Sydney
65. ESAU K., CHEADLE V. I., 1969 – Secondary growth in *Bougainvillea*. Ann. Bot., **33**: 807-819
66. ESHEL Y., WAISEL Y., 1965 – The salt relations of *Prosopis farcta* (Banks et Sol.). Eig. Israel. J. Bot., **14**: 50-51
67. FAHN A., 1963 – The fleshy cortex of articulated *Chenopodiaceae*. J. Indian Bot. Soc., **42**A: 39-45
68. FAHN A., 1964 – Some anatomical adaptations of desert plants. Phytomorphology, **14**: 93-102
69. FAHN A., 1988 – Secretory tissues in vascular plants. New. Phytol., **108**: 229-257
70. FAHN A., ARZEE T., 1959 – Vascularization of articulated *Chenopodiaceae* and the nature of their fleshy cortex. Am. J. Bot., **46**: 330-338
71. FAHN A., ZIMMERMANN M.H., 1982 – Development of the succesive cambia in *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). Bot. Gaz., **143**, 3: 353-357
72. FISHER D. D., SCHENK H. J., THORSCH J. A., FERREN W. R. Jr., 1997 – Leaf anatomy and subgeneric affiliation of C_3 and C_4 species of *Suaeda* (*Chenopodiaceae*) in North America. Am. J. Bot., **84** (**9**): 1198-1210
73. FLEET D. S. van, 1961 – Histochemistry and function of the endodermis. Bot. Rev., **27**: 165-220

74. FLOWERS T.J., HAJIBAGHERI M.A., CLIPSON N.J.W., 1986 – Halophytes. Quarterly Rev. Biol., **61**: 313-337
75. FLOWERS T. J., YEO A. R., 1995 – Breeding for salinity resistance in crop plants: where next? Austral. J. Plant Physiol., **22**: 875-884
76. FLOWERS T. J., COLMER T. D., 2008 – Salinity tolerance in halophytes. New Phytol., **179**: 945-963
77. FRAINE E. de, 1912 – The anatomy of the genus *Salicornia.* Linn. J. Bot. Soc., **41**: 317-348
78. FRANCESCHI V. R., HORNER H. T., 1980 – Calcium oxalate crystals in plants. Bot. Rev., **46** (4): 361-427 (abstract)
79. FREITAS H., BRECKLE S.-W., 1993a – Progressive cutinization in *Atriplex* bladder stalk cells. Flora, **188**, 3: 287-290.
80. FREITAS H., BRECKLE S.-W., 1993b – Accumulation of nitrate in bladder hairs of *Atriplex* species. Plant. Physiol. and Biochem., **31**: 887-892
81. FREY W., KÜRSCHNER H., 1983 – Photosyntheseweg und Zonierung von Halophyten an salzseen in der Turkei, in Jordanien und in Iran. Flora, **173**: 293-310
82. FREY-WYSSLING A., 1935 – *Die Stoffausscheidung der Hoheren Planzen.* Verlag von Julius Springer, Berlin
83. GAMALEY I. B., 1985 –Variații kranț – anatomii u rastenij pustyni Gobi i Karakumi (The variations of the Kranz-anatomy in Gobi and Karakum plants). Bot. J. SSSR*,* **70**: 1302-1314
84. GARTWAITE A. J., von BOTHMER R., COLMER T. D., 2003 – Diversity in root aeration traits associated with waterlogging tolerance in the genus *Hordeum.* Funct. Plant Biol., **30**: 875-889
85. GARTWAITE A. J., ARMSTRONG W., COLMER T. D., 2008 – Assessment of O_2 diffusivity across the barrier to radial O_2 loss in adventitious roots of *Hordeum marinum.* New Phytol., **179**: 405-416
86. GIBBS J., GREENWAY H., 2003 – Mechanisms of anoxia tolerance in plants. I. Growth, survival and anaerobic catabolism. Funct. Plant Biol., **30**: 1-47 (abstract)
87. GINZBURG C., 1966 – Xerophytic structures in the roots of desert plants. Ann. Bot., **30** 119: 403-418
88. GLENN E. P. , BROWN J. J., BLUMWALD E., 1999 – Salt tolerance and crop potential of halophytes. Crit. Rev. Plant Sci., **18**: 227-255
89. GORENFLOT R., 1994 – *Biologie végétale. Plantes supérieures. 1. Appareil végétatif (ed. 4)*. Ed. Masson, Paris
90. GREENWAY H., THOMAS D.A., 1965 – Plant response to saline substrates. V. Chloride regulation in the individual organs of *Hordeum vulgare* during treatment with sodium chloride. Austral. J. Biol. Sci., **18**:

505- 524
91. GREENWAY H., MUNNS R., 1980 – Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Ann. Rev. Plant Physiol., **31**: 149-190
92. GRIGORE M. N., 2008a – *Halofitotaxonomia. Lista plantelor de sărătură din România.* Edit. Pim, Iaşi
93. GRIGORE M. N., 2008b – *Introducere în Halofitologie. Elemente de anatomie integrativă.* Edit. Pim, Iaşi
94. GRIGORE M. N., TOMA C., 2005 – Contributions to the knowledge of the anatomical structure of some halophytes (I). Stud. Cerc. St., Univ. Bacău, ser. Biol., **10**: 125-128
95. GRIGORE M. N., TOMA C., 2006a – Ecological anatomy elements related to *Asteraceae* halophytes species. Stud. Com. Muz. Şt. Nat. „Ion Borcea" Bacău, **21**: 94-98
96. GRIGORE M. N., TOMA C., 2006b – Evidencing the successive cambia phenomenon on some halophylous representatives among *Chenopodiaceae* and its possible ecological-adaptive implications. Stud. Com. Muz. Şt. Nat. „Ion Borcea" Bacău, **21**: 87-93
97. GRIGORE M. N., TOMA C., 2007a – Histo-anatomical strategies of *Chenopodiaceae* halophytes: adaptive, ecological and evolutionary implications. WSEAS Transactions on Biology and Biomedicine, **12**, 4: 204-218
98. GRIGORE M. N., TOMA C., 2007b – Aspects on the ecological and functional anatomy of some halophyte species from the *Chenopodiaceae* family. Proceedings of The 1st International Conference ENVIRONMENT – NATURAL SCIENCES- FOOD INDUSTRY IN EUROPEAN CONTEXT. Baia Mare, November 16st-17st 2007: 257-264
99. GRIGORE M. N., TOMA C., 2007c – Histo-anatomical investigations in some halophyte species of Moldavia. Proceedings of The 1st International Conference ENVIRONMENT – NATURAL SCIENCES – FOOD INDUSTRY IN EUROPEAN CONTEXT. Baia Mare November 16st-17st 2007: 239-244
100. GRIGORE M. N., TOMA C., 2008a – A histo-anatomical study on some halophylous species of the *Lepidium* genus. Studia Univ. "Vasile Goldiş", ser. Şt. Vieții (Life Sciences series), **18**: 27-31
101. GRIGORE M. N., TOMA C., 2008b – Ecological anatomy of halophyte species from the *Chenopodiaceae* family. Advanced Topics on Mathematical Biology and Ecology (Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Mathematical Biology and Ecology – MABE '08, Acapulco, Mexico, January 25-27, 2008): 62- 67
102. GRIGORE M. N., TOMA C., 2008c – Polymorphic histo-anatomical

adaptations of halophytes under different natural stress factors. Physiol. Plant., **133**, 3 (abstract)

103. GRIGORE M. N., TOMA C., 2008d – Ecological anatomy investigation related to some halophyte species from Moldavia. Rom. J. Biol. Plant Biol., **53**, 1: 23-30
104. GUŞULEAC M., 1933 – Urme de vegetaţie halofilă în Bucovina. Bul. Fac. Şt. Cernăuţi, **7**, 1-2: 329-339
105. HABERLANDT G., 1914 – *Physiological plant anatomy.* Macmillan and Co, London
106. HAGEGE D., KEVERS C., BOUCAUD J., GASPAR T., 1988 – Activités peroxydasiques, production d'éthylène, lignification et limitation de croissance chez *Suaeda maritima* cultivé en l'absence de NaCl. Plant. Physiol. and Biochem*.,* **26:** 609-614
107. HAJIBAGHERI M. A., HARVEY D. M. R., FLOWERS T. J., 1987 – Quantitative ion distribution within root cells of salt-sensitive and salt-tolerant maize varieties. New Phytol., **105**: 367-379
108. HALKET A.C., 1928 – The morphology of *Salicornia* – an abnormal plant. Ann. Bot., **42**: 523-530
109. HANSEN H. M., 1956 – *Life forms as age indicators,* A. Rasmussens Bogtrykkeri, Ringkjobing
110. HASEGAWA P.M., BRESSAN R. A., ZHU J.-K., BOHNERT H. J., 2000 – plant cellular and molecular responses to high salinity. Ann. Rev. Plant. Physiol. Plant Mol. Biol., **51**: 463-499
111. HASSIDIM M., BRAUN Y., LERNER H. R., REINHOLD L., 1990 – Na^+/H^+ and K^+/H^+ antiport in root membrane vesicles isolated from the halophyte *Atriplex* and the glycophyte cotton. Plant Physiol., **94**: 1795-1801
112. HAYWARD H.E., 1967 – *The structure of economic plants*. Verlag J. Cramer, New York
113. HENSLOW G., 1895a – The origin of Plant-Structures by Self-Adaptation to the environment, exemplified by Desert or Xerophilous plants. J. Linn. Soc. Bot., **30**: 218-263
114. HENSLOW G., 1895b – *The origin of Plant-Structures by Self-Adaptation to the environment*. London, Kegan Paul, Trench, Trübner, & Co, Ltd, Paternoster House, Charing Cross Road
115. HÉRAIL J., 1885 – Recherches sur l'anatomie comparée de la tige des Dicotylédones. Ann. Sci. Nat., sér. 7, Bot., **12**: 203-314
116. HESS W. M., HANSEN D. J., WEBER D. J., 1975 – Light and electron microscopy localization of chloride ions in cells of *Salicornia pacifica var. utahensis*. Can. J. Bot., **53**: 1176-1187

117. HILL T. G., HANLEY J. A., 1914 – The structure and water content of shingle beaches. Journ. Ecol., **2**: 21-38
118. HOLMBERG N., BULOW L., 1998 – Improving stress tolerance in plants by gene transfer. Trends Plant Sci., **3**: 61-66
119. INGOLD A., HAVILL D. C., 1984 – The influence of sulphide on the distribution of higher plants in salt marshes. J. Ecol., **72**: 1043-1054
120. IVERSEN J., 1936 – *Biologische Pflanzentypen als Hilfsmittel in der Vegetationsforschung.* Dissertation, Medd. fra Skalling Laboratoriet, Copenhagen
121. JACOBS S.W.L, 2001 – Review of leaf anatomy and ultrastructure in the *Chenopodiaceae (Caryophyllales).* J. Torrey Bot. Soc., **128**: 236-253
122. JACOBY B., 1964 – Function of bean roots and stems in sodium retention. Plant. Physiol., **39**: 445-449
123. JACOBY B., 1965 – Sodium retention in excised bean stems. Physiol. Plant., **18**: 730-779
124. JAMES L., KYHOS D.W., 1961- The nature of fleshy shoot of *Allenrolfea* and allied genera. Am. J. Bot., **48**: 101-108
125. JANE W. N., CHIANG S.H. T., 1991 – Morphology and development of bulliform cells in *Arundo formosana* Hack., Taiwania, **36**: 85-97
126. JBIR N., CHAIBI W., AMMAR S., JEMMALI A., AYADI A., 2001 – Effet du NaCl sur la croissance et la lignification des racines de deux espèces de blé différant par leur sensibilité au sel Comp. Rend. Acad. Sci. Paris (series III), Sci. de la Vie, **324**, 9: 863-868
127. JENNINGS D.H., 1976 – The effect of sodium chloride on higher plants. Biol. Rev., **51**: 453-486
128. JESCHKE W. D., KLAGGES S., HILPERT A., BHATTI A. S., SARWAR G., 1995 – Partitioning and flows of ions and nutrients in salt-treated plants of *Leptochloa fusca* L. Kunth. 1. Cations and chloride. New Phytol., **130**: 23-35
129. JUSTIN S. H. F. W., ARMSTRONG W., 1987 – The anatomical characteristics of roots and plant response to soil flooding. New Phytol., **106**: 465-495
130. KEARNEY T. H., 1904 – Are plants of sea and dunes true halophytes? Bot. Gaz., **37**: 424-436
131. KEIFFER C. H., MCCARTHY B. C., UNGAR I. A., 1994 – Effect of salinity and waterlogging on growth and survival of *Salicornia europaea* L., an inland halophyte. Ohio J. Sci., **94**, 3: 70-73
132. KESHAVARZI MARYAM, ZARE G., 2006 – Anatomical study of *Salicornieae* Dumort. (*Chenopodiaceae* Vent.) native to Iran. Int. J. Bot., **2,** 3: 278- 285

133. KHAN M. A., DUKE N.C., 2001 – Halophytes – a resource for the future. Wet. Ecol. Management, **6:** 455-456
134. KOZLOWSKI T.T., 1997- Response of woody plants to flooding and salinity. The Physiology Monograph, **1**: 1-29
135. KOYRO H.- W., GEISSLER N., HUSSIN S., HUCHZERMEYER B., 2006 – Mechanisms of cash crop halophytes to maintain yields and reclaim saline solis in arid areas. In: *Ecophysiology of high salinity tolerant plants* (ed. by M. A. KHAN, D. J. WEBER), Springer: 345-366
136. LARHER I. A., STEWART G. R., 1979 – Sorbitol, a compatible osmotic solute in *Plantago maritima*. New Phytol., **82**: 671-678
137. LEISLE F.F., 1949 – K ekologhii i anatomii galofitov i kserofitov s reduțirovanii listiami (Ecologia şi anatomia unor halofite şi xerofite cu frunze reduse). Bot. J. SSSR. , **34**, 3: 253-266
138. LESAGE P., 1890 – Recherches expérimentales sur les modifications des feuilles chez les plantes maritimes. Rev. Gén. Bot., **2**: 55-65,106-121, 163-173
139. LI S., and SHOWALTER A. M., 1996 – Immunolocalization of extension and potato tuber lectin in carrot, tomato, and potato. Physiol. Plant., **97**: 708-718
140. LÜTTGE U., 1971 – Structure and function of plant glands. Ann. Rev. Plant. Physiol., **22**: 23-44
141. MAHALL B. E., PARK R. B., 1976 – Ecotone between *Spartina foliosa* Trin and *Salicornia virginica* L. in salt marshes of Northern San Francisco Bay. 3. Sol aeration and tidal immersion. J. Ecol., **64**: 811-819
142. MANGIN L., 1882 – Sur le development des cellules spiralées. Bull. Soc. Bot. France., **29**: 14-17
143. MARCUM K. B., 2001 – Growth and physiological adaptations of grasses to salinity stress. In *Handbook of Plant and Crop Physiology,* second edition (ed. by M. PESSARAKLI), Marcel Dekker, Inc., New York, Basel: 623-636
144. MARSCHNER H., 2002 – *Mineral nutrition of higher plants* (second edition), Academic Press, San Diego
145. MATEU A. I., 1989 – Anatomia foliar en plantas de saladares mediterraneos costeros. Dicotiledoneas. Candollea, 44: 435-452 (abstract)
146. McDOUGALL W. B., 1941 – *Plant Ecology* (third edition*)*, Lea & Febiger, Philadelphia
147. METCALFE C.R., CHALK L., 1950, 1972 – *Anatomy of the Dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford, **2:** 1075-1084
148. METCALFE C. R., 1960, 1971 – *Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae, V. Cyperaceae.* Clarendon Press, Oxford

149. MILE O., MESZAROS I., VERES SZ., LAKATOS G., 2002 – Ecophysiological study on the salt tolerance of a pannonian endemism (*Lepidium crassifolium* (W. et K.)) in inland saline area. Acta Biol. Szeged., **46**, 3-4: 249-250
150. MITTLER R., 2006 – Abiotic stress, the field environment and stress combination. Trends Plant Sci, **11**: 15-19
151. MONTEIL P., 1906 – *Anatomie comparée de la feuille des Chénopodiacées,* Thèse, Ecole Supérieure de Pharmacie, no. 9, Université de Paris
152. MOȚIU TAMARA, TOMA C., TIRON ANA, NIȚĂ MIHAELA, 1987 – Contribuții la cunoaşterea structurii organelor vegetative de Limonium gmelinii (Willd.) O. Ktze. An. Şt. Univ. „Al. I. Cuza” Iaşi, s. IIa (Biol. Veget.), **33**: 11-14
153. MOZAFAR A., GOODIN J. R., OERTLI J. J., 1970 – Na and K interaction in increasing the salt tolerance of *Atriplex halimus* L. I. Yield characteristics and osmotic potential. Agron. J., **62**: 478-481
154. MUHAIDAT R., SAGE R. F., DENGLER N. G., 2007 – Diversity of Kranz anatomy and biochemistry in C_4 eudicots. Am. J. Bot., **94**, 3: 362-381
155. MUNNS R., 2002 – Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell and Environ., **25**: 239-250
156. MUNNS R., 2005 – Genes and salt tolerance bringing them together. New Phytol., **167**: 645-663
157. MUNNS R., TESTER M., 2008 – Mechanisms of salinity tolerance. Ann. Rev. Plant Biol., **59**: 651-681
158. MURARIU ALEXANDRINA, 2007 – *Fiziologie vegetală.* ***2***, Edit. Univ. „Al. I. Cuza”, Iaşi
159. NAGAHASHI G., THOMSON W. W., LEONARD R. T., 1974 – The Casparian strip as a barrier to the movement of lanthanum in corn roots. Science, **183**: 670-671 (abstract)
160. NAPP-ZINN KL., 1973,1974 – *Anatomie des Blattes. II. Angiospermen.* In *Handbuch der Pflanzenanatomie, VIII,* ***2*** $\boldsymbol{A_{1\text{-}2}}$ **,** Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart
161. NAPP-ZINN KL., 1988 – *Anatomie des Blattes. II. Angiospermen,* ***2 B.*** *Experimentelle und ökologische Anatomie des Angiospermenblattes.* In *Handbuch der Pflanzenanatomie, VIII, 2B,* Gebrüder Bontraeger, Berlin, Stuttgart
162. NAWAZISH S., HAMEED M., NAURIN S., 2006 – Leaf anatomical adaptations of *Cenchrus ciliaris* L. from the Salt Range, Pakistan against drought stress. Pakistan J. Bot., **38**, 5: 1723-1730

163. NIU X., BRESSAN R. A., HASEGAWA P. M., PARDO J. M., 1995 – Ion homeostasis in NaCl stress environments. Plant Physiol., **109**: 735-742

164. NIU X., NARASIMHAN M. L., SALZMAN R. A., BRESSAN R. A., HASEGAWA P. M., 1993 – NaCl regulation of plasma membrane H^+ – ATPase gene expression in a glycophyte and a halophyte. Plant Physiol., **103**: 713-718

165. NUCCIO M. L., RHODES D., McNEIL S. D., HANSON A. D., 1999 – Metabolic engineering of plants for osmotic stress resistance. Curr. Opin. Plant Biol., **2**: 128-134

166. OOSTING H. J., 1948 – *The study of plant communities. An introduction to Plant Ecology*. W. H. Freeman and Company, San Francisco, California

167. OSMOND C. B., 1963 – Oxalates and ionic equilibria in Australian saltbushes (*Atriplex*). Nature (London), **198**: 503-504

168. OSMOND C. B., 1967 – Acid metabolism in *Atriplex.* I. Regulation of oxalate synthesis by the apparent excess cation absorption in leaf tissue. Austral. J. Biol. Sci, **20**: 575-587

169. PASTERNAK D., 1990 – *Fodder production with saline water*. The Institute for applied research, Beer-Sheva/Israel: Ben Gurion University of the Negev

170. PĂTRUȚ D. I., POP ADELINA, IOAN C., 2005 – *Biodiversitatea halofitelor din Câmpia Banatului.* Edit. Eurobit, Timişoara

171. PEARSON J., HAVILL D.C., 1988 – The effect of hypoxia and sulphide on culture-grown wetland and non-wetland plants. I. Growth and nutrient uptake. J. Exp. Bot., **39**: 363-374

172. PETERSON C. A., MURRMANN M., STEUDLE E., 1993 – Location of the major barriers to water and ion movement in young roots of *Zea mays* L. Planta, **190**: 127-136

173. PIRWITZ K.,1931 – Physiologische und anatomische Untersuchungen an Speichertracheiden und Velamina. Planta, **14**: 19-76

174. POLIĆ D., LUKOVIĆ J., ZORIĆ L., BOŽA P., MERKULOV L., KNEŽEVIĆ A., 2009 – Morpho-anatomical differentiation of *Suaeda maritime* (L.) Dumort. 1827. (*Chenopodiaceae*) populations from inland and maritime saline area. Centr. Eur. J. Biol., **41,** 1: 117-129

175. POLJAKOFF-MAYBER A., 1975 – Morphological and anatomical changes in plants as a response to salinity stress. In: *Plants in saline environments,*(ed. by A. POLJAKOFF-MAYBER, J. GALE), Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 97-117

176. POLJAKOFF-MAYBER A., GALE J., 1975a – Plants in saline environments. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

177. PONT F. M. du, LEONARD R. T., 1977 – The use of lanthanum to study the functional development of the Casparian strip in corn roots. Protoplasma, **91**: 315-323
178. PRAT K., 1948 – General features of the epidermis in *Zea mays.* Ann. Missouri. Bot. Garden., **35:** 341-351 (abstract)
179. PRODAN I., 1939 – *Flora pentru detrminarea şi descrierea plantelor ce cresc în România*. II. (ediția a II-a). Edit. Cartea Românească, Cluj-Napoca: 253-305
180. PYANKOV V., VOZNESENSKAYA V., KONDRATSCHUK ALEXANDRA V., BLACK C. C., 1997 – A comparative anatomical and biochemical analysis in *Salsola (Chenopodiaceae)* species with and without a Kranz type leaf anatomy: a possible reversion of C_4 to C_3 photosynthesis. Am. J. Bot., **84**, 5: 597-606
181. PYANKOV V., ARTYUSHEVA E.G., EDWARDS G.E., BLACK C. C. Jr., SOLTIS P. I., 2001 – Phylogenetic analysis of tribe *Salsoleae* (*Chenopodiaceae*), based on ribosomal ITS sequences: implications for the evolution of photosynthesis types. Am. J. Bot., **88**, 7: 1189-1198
182. PYYKKŐ M., 1966 – The leaf anatomy of East Patagonian xeromorphic plants. Ann. Bot. Fennici, **3,** 3: 453-622
183. RAINEY F. A., OREN A., 2006 – *Methods in Microbiology, vol. 35: Extremophiles.* Academic Press, Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo
184. RAJPUT K. S., KARUMANCHI S. RAO, 2003 – Cambial variant and xylem structure in the stem of *Cocculus hirsutus* (Menispermaceae). IAWA J., **24**, 4: 411-420
185. RAMADE F., 1994 – *Éléments d'écologie. Écologie fondamentale* (ed. 2), Ediscience International, Paris
186. REINHARDT D. H., ROST T. L., 1995 – Salinity accelerates endodermal development and induces an exodermis in cotton seedling roots. Environ. Exp. Bot., **35:** 563-574
187. RISTIC Z., CASS D. D., 1991 – Leaf anatomy of *Zea mays* L. in response to water shortage and high temperature: a comparison of drought-resistant and drought-sensitive lines. Bot. Gaz., **152**, 2: 173-185
188. ROTONDI A., ROSSI F., ASUNIS C., CESARACCIO C., 2003 – Leaf xeromorphic adaptations of some plants of a coastal Mediterranean macchia ecosystem. J. Medit. Ecol., **4**, 3-4: 23-35
189. SAADEDDIN R., DODDEMA H, 1986 – Anatomy of the 'Extreme' halophyte *Arthrocnemum fruticosum* (L.) Moq. in relation to its physiology. Ann. Bot., **57**: 531-544

190. SAGE R. F., LI M., MONSON R. K., 1999 – The taxonomic distribution of C_4 photosynthesis. In *C_4 Plant Biology* (ed. by R. F. SAGE, R. K. MONSON), Academic Press, San Diego, London, Boston, New York, Sydney, Tokyo, Toronto: 551-584
191. SAIRAM R. K., TYAGI A., 2004 – Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Curr. Sci., **86**: 407-421
192. SAM O., JEREZ E., DELL'AMICO J., RUIZ-SANCHEZ M. C., 2000 – Water stress induced changes in anatomy of tomato leaf epidermis. Biol. Plant., **43**, 2: 275-277
193. SANDERSON J., 1983 – Water uptake by different regions of the barley root: pathways of radial in relation to development of the endodermis. J. Exp. Bot., **34**: 240-253
194. SCHIMPER A.F.W., 1891 – Die indo-malaysche Strandflora. Bot. Mittheil. a.d. Tropen
195. SCHIMPER A.F.W., 1898 – *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*. G. Fischer Verlag, Jena
196. SCHIMPER A.F.W., 1903 – *Plant geography upon a physiological basis*. Clarendon Press, Oxford
197. SCHRATZ E., 1934 – Beitrage zur Biologie der Halophyten. I. Zur Keimungsphysiologie. Jahrb. f. Wiss. Bot., **80**: 112-142
198. SCHREIBER L., HARTMANN K., SKRABS M., ZEIER J., 1999 – Apoplastic barriers in roots: chemical composition of endodermal and hypodermal cell walls. J. Exp. Bot., **50**, 337: 1267-1280
199. SCHULZE E.-D., BECK E., MÜLLER-HOHENSTEIN KLAUS, 2005 – *Plant Ecology*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg
200. SERRANO R., CULIANZ-MACIA A., MORENO V., 1999 – Genetic engineering of salt and drought tolerance with yeast regulatory genes. Sci. Hortic., **78**: 261-269
201. SEUNG GON WI, JAE SUNG KIM, JIN HONG KIm, MYUNGHWA BAEK, DAEHWA YANG, MYUNG CHUL LEE, BYUNG YEOUP CHUNG, 2004 – Effects of salinity on lignin and hydroxycinnamic acid contents in rice. Korean J.. Crop. Sci., **49**, 5: 368-372
202. SHIELDS L. M., 1951 – The involution mechanism in leaves of certain xeric grasses. Phytomorphology, **1**: 225-241
203. SHINOZAKI K., YAMAGUCHI-SHINOZAKI K., 1996 – Molecular responses to drought and cold stress. Curr. Opin. Biotechnol., **7**: 161-167
204. SHINOZAKI K., YAMAGUCHI-SHINOZAKI K., 1997 – Gene expression and signal transduction in water-stress response. Plant Physiol., **115**: 327-334
205. SHULAEV V., CORTES D., MILLER G., MITTLER R., 2008 – Metabolomics for plant stress response. Physiol. Plant., **132:** 199-208

206. SILVA H., MARTINEZ J. P., BAGINSKY C., PINTO M., 1999 – Effect of water deficit on the leaf anatomy of six cultivars of the common bean, *Phaseolus vulgaris.* Rev. Chil. Hist. Natural, **72**, 2: 219-235
207. SILVA S., SOARES A. M., OLIVEIRA L. E. M., MAGALHAES P. C., 2001 – Respostas fisiologicas de gramineas promissoras para revegetacao ciliar de reservatorios hidreletricos, submetidas a deficiencia hidrica. Ciencia Agrotecnica, **25**: 124-133
208. SIMEANU C.G., 2001 – Anatomico-morphological study of the *Atriplex prostrata* Bouker ex D.C. species. An. Şt. Univ. Craiova, VI (XLII): 11 -14
209. SIMEANU C.G., 2001 – The morphology and the anatomy of the *Bupleurum tenuissimum* L. species. An. Şt. Univ. Craiova, VI (XLII): 15-18
210. SIMEANU C. G., 2004 – *Studiu morfologic şi anatomic al plantelor halofile din Oltenia*. Teză de Doctorat, Univ. Bucureşti
211. SOUKUP A., ARMSTRONG W., SCHREIBER L., ROCHUS F., VOTRUBOVA O., 2007 – Apoplastic barriers to radial oxygen loss and solute penetration: a chemical and functional comparison of the exodermis of two wetland species, *Phragmites australis* and *Glyceria maxima*. New Phytol., **173**: 264-278
212. STEWARD F. C., SUTCLIFFE J. F., 1959 – Plants in relation to inorganic salts. In *Plant Physiology* (ed. by F.C. Steward), 2: 253-478, Academic Press, New York
213. STOCKER O., 1928 – Das Halophytenproblem. Ergeb. Biol., **3**: 265-353
214. STOREY R., PITMAN M. G., STELZER R., CARTER C., 1983 – X-ray micro-analysis of cells and cell compartments of *Atriplex spongiosa.* J. Exp. Bot., **34**: 778-794
215. ŞENNIKOV A.P., 1950 – *Ecologhia rastenij*. Izdat. Sovetskaia Nauka, Moskva
216. SHOWALTER A. M., 1993 – Structure and function of plant cell wall proteins. Plant Cell, **5**: 9-23
217. SUZUKI N., MITTLER R., 2006 – Reactive oxygen species and temperature stresses: a delicate balance between signaling and destruction. Physiol. Plant., **126**: 45-51
218. ŞERBĂNESCU I., 1965 – Asociaţiile halofite din Câmpia Română. Com. Geol., Instit. Geol. St. Tehn. Econ., seria C, Pedologie, nr. 15, Bucureşti: 1-148
219. ŞERBĂNESCU-JITARIU G., TOMA C., 1980 – *Morfologia şi anatomia plantelor*. Edit. Did. şi Pedag., Bucureşti
220. TAZUKE A., 1997 – Growth of cucumber fruit as affected by the addition of NaCl to nutrient solution. J. Jap. Soc. Hort. Sci., **66**: 519-526

221. TIEGHEM van P., 1889 – *Éléments de Botanique. I. Botanique générale.* Ed. Masson et Cie*,* Paris
222. TIRÉ C., De RYCKE M., De LOOSE D., INZÉ D., Van MONTAGU M., and ENGLER G, 1994 – Extensin gene expression is induced by mechanical stimuli leading to local cell wall strenghtening in *Nicotiana plumbaginifolia.* Planta, **195**: 175-181
223. TODERICH K.N., TSUKATANI T., BLACK C.C., TAKABE K., KATAYAMA Y, 2002 – Adaptation of plants to metal/salt contamined environments: glandular structure and salt excretion. Kyoto Institute of Economic Research, Kyoto University, Discussion Paper no. 552
224. TOMA C., 1969 – Cercetări de histo-anatomie comparată la speciile de *Trifolium* L. din flora României. I. Frunza. 1. Limbul. An. şt. Univ. Iaşi, s. II-a (Biol.), **15**, 2: 279-283
225. TOMA C., 1970 – Recherches d'histo-anatomie comparée chez les espèces de *Trifolium* L. de Roumanie. III. La racine. An. Şt. Univ. Iaşi, s. II-a (Biol.), **16**, 1: 62-72
226. TOMA C., DUMITRU EMILIA, 1973 – Contribuţii la studiul histo-anatomic al organelor vegetative de la *Carex ligerica* J. Gay. Stud şi Com. Muz. Şt. Nat. Suceava, **3**: 165-180
227. TOMA C, GOSTIN IRINA, 2000 – *Histologie vegetală.* Ed. Junimea, Iaşi
228. TOMA C, FLENCHEA-TEODORESCU GEORGETA, RĂŞCANU SILVIA, ZAHARIA MARIA, 1979 – Trăsăturile anatomo-ecologice ale unor plante litorale (*Cakile maritima* Scopp şi *Eryngium maritium* L.). Culegere de Stud. şi artic. de Biol., Univ. „Al.I.Cuza" (Grăd. Bot.) Iaşi, **1**: 273-287
229. TOMA C., MOŢIU TAMARA, NIŢĂ MIHAELA, 1986 – Structura organelor vegetative de *Lolium perenne* în funcţie de gradul de sărăturare a solului. An. Şt. Univ. „Al. I. Cuza" Iaşi, s. IIa (Biol.) (supl.), **32**: 6-10
230. TOMA C., MOŢIU TAMARA, NIŢĂ MIHAELA, 1987 – Structura organelor vegetative de *Puccinellia distans* (L.) Park. în funcţie de gradul de sărăturare a solului. Culegere de Stud. şi artic. de Biol., Univ. „Al. I. Cuza" (Grăd. Bot.) Iaşi, **1**: 117-126
231. TOMA C., MOŢIU TAMARA, NIŢĂ MIHAELA, FILIPESCU GEORGETA, 1989 – Cercetări anatomo-ecologice asupra unor plante ierboase din etajul subalpin al munţilor Căliman. An. Şt. Univ. „Al. I. Cuza" Iaşi, s. II-a (Biol.) (supl.), **35**: 5-26
232. TOMA C., RUGINĂ R., SENIATINSCHI V., 1972 – Contribuţii la diferenţierea anatomică a speciilor de *Iris* L. din flora României. I. Lucr. şt. Inst. Pedag. Constanţa, ser. Şt. nat., Bot.: 63-94

233. TOMA C., NIȚĂ MIHAELA, ZAVALECHE VERONICA, 1991 – Research of ecological, compared and ontogenetic anatomy upon some infraunits of *Salsola kali* L. An. Şt. Univ. „Al. I. Cuza" Iaşi, s. II-a (Biol.), **37**: 5 -21
234. TOMA C., NIȚĂ MIHAELA, IVĂNESCU LĂCRĂMIOARA, 1994 – Donnés d'ordre anatomo-écologique et histo-taxonomique concernant quelques mouvais herbes (*Amaranthus blitoides* S. Watson et *Atriplex hastata* L.) An. Şt. Univ. „Al. I. Cuza" Iaşi, s. II-a (Biol. veget.), **40**: 7-17
235. TOMA LIANA-DOINA, 1998 – *Fiziologie vegetală.* Edit. „Ion Ionescu de la Brad", Iaşi
236. TROUGHTON J. H., CARD K.A., 1974 – Leaf anatomy of *Atriplex buchananii.* New. Zeal. Bot. J., **12**: 167-177
237. ȚOPA E., 1939 – *Vegetația halofitelor din nordul României în legătură cu cea din restul țării.* Bul. Fac. Șt. Cernăuți, **13**: 1-78 (+ planşe)
238. VAN ANDEL O. M., 1953 – The influence of salts on the exudation of tomato plants. Bot. Neerl., **2**: 445-521
239. Van EIJK M., 1939 – Analyse der Wirkung des NaCl auf die Entwicklung Sukkulenze und Transpiration bei *Salicornia herbacea*, sowie Untersuchungen über den Einfluss der Salzaufnahme auf die Wurzelatmung bei *Aster tripolium.* Rec. Trav. Bot. Neerl., **36**: 559-657
240. VECCHIA F. D., ASMAR T. F., CALAMASSI R., RASCIO N., VAZZANA C., 1998 – Morphological and ultrastructural aspects of dehydration and rehydration in leaves of *Sporobolus stapfianus*. Pl. Growth Reg., **24**: 219-228
241. VENKATESALU V., CHELLAPPAN K. P., 1988 – Photosynthetic studies in succulent halophytes. Geobios (Jodhpur), 15: 49-52 (abstract)
242. VOZNESENSKAYA E. V., 1999 – Anatomy, chloroplast structure and compartmentation of enzymes relative to photosynthetic mechanisms in leaves and cotyledons of species in the tribe *Salsoleae (Chenopodiaceae)*. Journ. Exp. Bot., **50,** 341: 1779-1795
243. WAISEL Y., 1972 – *Biology of halophytes*. Academic Press, New York, London
244. WANG L. – W., SHOWALTER A. M., UNGAR. A., 1997 – Effect of salinity on growth, ion content, and cell wall chemistry in *Atriplex prostrata* (*Chenopodiaceae*). Am. J. Bot., **84**, 9: 1247-1255
245. WARMING E., 1895 – *Plantesamfund. Grundträk af den okologiske Plantegeografi*, Kjöbenhavn, Philipsens
246. WARMING E., 1897 – Halophyt-studier. D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr., 6, Raekke, naturvidenskabeling og mathematisk Afd. VIII, 4: 173-272

247. WARMING E., GRAEBNER P., 1902 – *Lehrbuch der Ökologischen Pflanzengeographie.* Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin
248. WARMING E., 1909 – *Oecology of Plants. An introduction to the study of plant-communities.* Clarendon Press, Oxford
249. WARMING E., GRAEBNER P., 1914 – *Eug. Warming's Lehrbuch der Ökologischen Pflanzengeographie.* Verlag von Gebrüder Borntraeger, Berlin
250. WEBER D. J., RASMUSSEN H. P., HESS W. M., 1977 – Electron micrprobe analyses of salt distribution in the halophyte *Salicornia pacifica* var. *utahensis*. Can. J. Bot., **55**: 1516-1523
251. WEIGL J., LÜTTGE U., 1962 – Microautoradiographische Untersuchungen über die Aufnahme von $^{35}SO_4^-$ durch Wurzeln von *Zea mays* L. Die Funktion der primären Endodermis. Planta, **59**: 15-28
252. WELKIE G. W., CALDWELL M. M., 1970 – Leaf anatomy of species in some dicotyledon families as related to C_3 and C_4 pathways of carbon fixation. Can. J. Bot., **48**: 2135-2146
253. WIESSNER J., 1899 – Uber die Formen der Anpassung der Blatter an die Lichtstarke. Biol. Centralbl., **19**: 1-14
254. WILLERT D.J. V., 1968 – Tagesschwankungen des Ionengehaltes in *Salicornia europaea* in Abhängigkeit vom Sandort und von der Überflutung. Ber. d. dtsch. bot. Ges., **81**: 442-449
255. WINTER K., 1981 – C_4 plants of high biomass in arid regions of Asia – occurence of C_4 photosynthesis in *Chenopodiaceae* and *Polygoniaceae* from the Middle East and USSR. Oecologia, **48**: 100-106
256. YEO A. R., 1998 – Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology. J. Exp. Bot., **49**: 915-929
257. ZAMFIRACHE MARIA-MAGDALENA, 2005 – *Fiziologie vegetală. **1,*** Edit. Azimuth, Iaşi
258. ZARRINKAMAR F., 2001 – Foliar anatomy of the *Caryophyllaceae* family in Arasbaran (NW. Iran). Iran. J. Bot., **9,** 1: 93-102
259. ZHU J. K., 2001 – Plant salt tolerance. Trends Plant Sci., **6**: 66-71
260. ZHU J. K., 2002 – Salt and drought stress signal transduction in plants. Ann. Rev. Plant Biol., **53**: 247-273
261. ZHU J. K., 2003 – Regulation of ion homeostasis under salt stress. Curr. Opin. Plant Biol., **6**: 441-445
262. ZOLKEVITCH V. N., KORETSKAYA T. F., 1959 – Metabolism of pumpin roots during drought. Fiziol. Rast., **6**: 690-700
263. YE Z. H., and VARNER J. E., 1991 – Tissue-specific expression of cell wall protein in developing soybean tissues. Plant Cell, **3**: 23-37
264. YENSEN N. P. , BIEL K. Y., 2006 – Soil remediation via salt-conduction and the hypotheses of halosynthesis and photoprotection. In:

Ecophysiology of high salinity tolerant plants (ed. by M. A. KHAN, D. J. WEBER), Springer, Dordrecht: 313-344

265. * * *, *Flora R.P.R. / R.S. Române*. 1952, 1953,1955, 1957, 1961, 1964, 1965, 1966, 1972, vol. I, II, III, V, VIII, IX, X, XI, XII, Edit. Acad. R.P.R., Bucureşti
266. * * *, FAO, 2007 – *The state of food and agriculture*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Electronic Publishing Policy and Support Branch, Communication Divison
267. * * *, United Nations, 2008 – *The Millennium Development Goals Report.* New York, Published by the United Nations Department of Economic and Social Affairs (DESA)

Marius-Nicuşor Grigore
Constantin Toma

HALOFITELE

ASPECTE DE ANATOMIE ECOLOGICĂ



Halofitele alcătuiesc un grup ecologic de plante, ce prezintă interesante adaptări anatomice – unele dintre ele mult discutate şi controversate în legătură cu factorul salinitate.

În acest context, prezenta monografie constituie o combinaţie inedită datorită modalităţii de abordare. Pe de o parte, este o lucrare de fitoanatomie, în sensul ideii fundamentate şi individualizate de Şcoala de Anatomie Vegetală ieşeană, iar pe de altă parte, o lucrare care depăşeşte cu mult simplele descrieri anatomice. Cartea are modesta, dar îndrăzneaţa intenţie de a promova un gen de anatomie modernă, care să rămână tangenţială cu preocupările interdisciplinare de ecologie, ecofiziologie şi implicaţii ale stresului salin – o tendinţă generală care domină momentan climatul ştiinţific mondial al biologiei vegetale.

www.editura.uaic.ro



Editura Universităţii „Alexandru Ioan Cuza“ Iaşi